

GRANT 14 journal

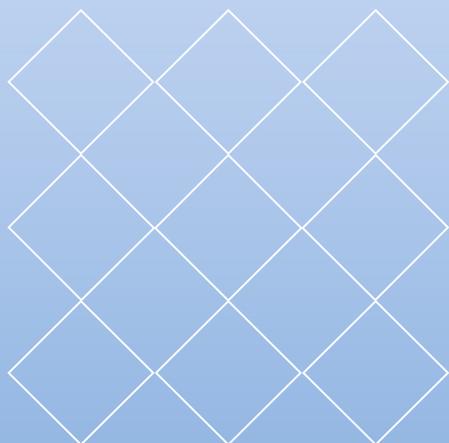
vol. 14 | issue 2

EUROPEAN GRANT PROJECTS | RESULTS | RESEARCH & DEVELOPMENT | SCIENCE

2 issues per year

GRANT journal | Peer-Reviewed Scientific Journal

December 2025



- ◇ výstupy grantů
- ◇ Research and Development
- ◇ podpora výzkumu
- ◇ výsledky vědecké práce

MAGNANIMITAS Assn.

◇ **GRANT Journal** je vědecký časopis publikující výsledky výzkumné a vědecké činnosti příjemců grantů a veřejných podpor. **GRANT Journal** publikuje recenzované vědecké práce a vědecké studie. ◇ **GRANT Journal** is a scientific journal, that publishes results of research and science activities of grantee. **GRANT Journal** publishes original scientific articles and scientific studies. ◇ Příspěvky v časopise jsou recenzovány. Příspěvky neprocházejí jazykovou redakcí. ◇ Contributions in the journal have been reviewed but not edited. ◇ Ročně vycházejí 2 čísla. 2 issues per volume.

Address of the editorial board: GRANT journal. TECHNOLOGICKÉ CENTRUM Hradec Králové, o. p. s., Piletická 486/19, Hradec Králové, 503 41, The Czech Republic, Tel.: +420 498 651 295, <http://www.tchk.cz/>

Published by: MAGNANIMITAS Assn.

◇ Objednávky předplatného přijímá redakce. Cena předplatného je 50 EUR. Jednotlivá čísla lze objednat do vyčerpání zásob (cena 25 EUR za kus). ◇ Subscription orders must be sent to the editorial office. The price is 50 EUR a year (2 issues per volume). It is possible to order older issues only until present supplies are exhausted (25 EUR an issues).

Price of CD holder: 25 €

© GRANT journal ◇ ISSN 1805-062X (CD-ROM), ISSN 1805-0638 (Online) ◇ <http://www.grantjournal.com/>

Časopis je vydáván v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

OBORY

Aeronautika, aerodynamika, letadla
Akustika a kmity
Analytická chemie, separace
Anorganická chemie
Aplikovaná statistika, operační výzkum
Archeologie, antropologie, etnologie
Astronomie a nebeská mechanika, astrofyzika
Báňský průmysl včetně těžby a zpracování uhlí
Bezpečnost a ochrana zdraví, člověk – stroj
Biofyzika
Biochemie
Biotechnologie a bionika
Botanika
Dějiny
Dermatovenerologie
Dokumentace, knihovnictví, práce s informacemi
Ekologie – společenstva
Ekonomie
Elektrochemie
Elektronika a optoelektronika, elektrotechnika
Elementární částice a fyzika vysokých energií
Endokrinologie, diabetologie, metabolismus, výživa
Epidemiologie, infekční nemoci a klinická imunologie
Farmakologie a lékařská chemie
Filosofie a náboženství
Fyzika pevných látek a magnetismus
Fyzika plazmatu a výboje v plynech
Fyzikální chemie a teoretická chemie
Fyzologie
Genetika a molekulární biologie
Geochemie
Geologie a mineralogie
Gynekologie a porodnictví
Hnojání, závlahy, zpracování půdy
Hutnictví, kovové materiály
Hydrologie a limnologie
Hygiena
Chirurgie včetně transplantologie
Choroby a škůdci zvířat, veterinární medicína
Choroby, škůdci, plevele a ochrana rostlin
Chov hospodářských zvířat
Imunologie
Informatika
Inženýrské stavitelství
Jaderná a kvantová chemie, fotochemie
Jaderná energetika
Jaderná, atomová a molekulová fyzika, urychlovače
Jaderné odpady, radioaktivní znečištění a kontrola
Jazykoveda
Kardiovaskulární nemoci včetně kardiologie
Keramiky, žáruvzdorné materiály a skla
Kompozitní materiály
Kontaminace a dekontaminace půdy včetně pesticidů
Koroze a povrchové úpravy materiálů
Kosmická technologie
Lékařská zařízení, přístroje a vybavení
Lesnictví
Makromolekulární chemie
Mechanika tekutin
Městské, oblastní a dopravní plánování
Mikrobiologie, virologie
Morfologické obory a cytologie
Navigace, spojení, detekce a protiopatření

Nejaderná energetika, spotřeba a užití energie
Neurologie, neurochirurgie, neurovědy
Obecná matematika
Ochrana krajinných území
Onkologie a hematologie
Optika, masery a lasery
Organická chemie
ORL, oftalmologie, stomatologie
Ostatní lékařské obory
Ostatní materiály
Ostatní obory vnitřního lékařství
Ostatní strojírenství
Pedagogika a školství
Pedatrie
Pedologie
Pěstování rostlin, osevní postupy
Plsennictví, mas–media, audiovizie
Pneumologie
Počítačový hardware a software
Pohon, motory a paliva
Politologie a politické vědy
Potravinařství
Pozemní dopravní systémy a zařízení
Právní vědy
Průmyslová chemie a chemické inženýrství
Průmyslové procesy a zpracování
Psychiatrie, sexuologie
Psychologie
Rybářství
Řízení spolehlivosti a kvality, zkušební činnost
Řízení, správa a administrativa
Seismologie, vulkanologie a struktura Země
Senzory, čidla, měření a regulace
Sociologie, demografie
Sport a aktivity volného času
Stavěnictví
Strojní zařízení a nástroje
Střelné zbraně, munice, výbušniny, bojová vozidla
Šlechtění a plemenářství hospodářských zvířat
Šlechtění rostlin
Teoretická fyzika
Teorie a systémy řízení
Teorie informací
Termodynamika
Traumatologie a ortopedie
Tuhý odpad a jeho kontrola, recyklace
Umění, architektura, kulturní dědictví
Únava materiálu a lomová mechanika
Vědy o atmosféře, meteorologie
Veřejné zdravotnictví, sociální lékařství
Vliv životního prostředí na zdraví
Vojenství
Využití počítačů, robotika a její aplikace
Výživa hospodářských zvířat
Zemědělská ekonomie
Zemědělské stroje a stavby
Zemský magnetismus, geodesie, geografie
Znečištění a kontrola vody
Znečištění a kontrola vzduchu
Zoologie

BRANCHES

Acoustics and oscillation
Aeronautics, aerodynamics, aeroplanes
Agricultural economics
Agricultural machines and construction
Analytical chemistry, separation
Applied statistics, operational research
Archaeology, anthropology, ethnology
Art, architecture, cultural heritage
Astronomy and celestial mechanics, astrophysics
Atmospheric sciences, meteorology
Biochemistry
Biophysics
Biotechnology and bionics
Botany
Cardiovascular diseases including cardio-surgery
Ceramics, fire-proof materials and glass
Civil engineering
Composite materials
Computer hardware and software
Contamination and decontamination of soil including pesticides
Corrosion and material surfaces
Cosmic technologies
Dermatology and venerology
Diseases and animal vermin, veterinary medicine
Diseases, pests, weeds and plant protection
Documentation, librarianship, work with information
Earth magnetism, geodesy, geography
Ecology - communities
Economics
Electrochemistry
Electronics and optoelectronics
Elementary particle theory and high energy physics
Endocrinology, diabetology, metabolism, nutrition
ENT (ie. ear, nose, throat), ophthalmology, dentistry
Environmental impact on health
Epidemiology, infection diseases and clinical immunology
Farm animal breeding and farm animal pedigree breeding
Fatigue and fracture mechanics
Fertilization, irrigation, soil treatment
Firearms, ammunition, explosives, combat vehicles
Fishery
Food industry
Forestry
General mathematics
Genetics and molecular biology
Geochemistry
Geology and mineralogy
Gynaecology and obstetrics
History
Hydrology and limnology
Hygiene
Immunology
Industrial chemistry and chemical engineering
Industrial processes and processing
Informatics
Information theory
Inorganic chemistry
Land transport systems and equipment
Legal sciences
Linguistics
Liquid mechanics
Literature, mass media, audio-visual activities
Macromolecular chemistry
Machinery and tools
Management, administration and clerical work
Medical facilities, apparatus and equipment
Metallurgy, metal materials
Microbiology, virology
Militarism
Mining industry including coal mining and processing
Morphological game parks and cytology
Municipal, regional and transportation planning
Navigation, connection, detection and countermeasure
Neurology, neuro-surgery, neuro-sciences
Non-nuclear power engineering, energy consumption and utilization
Nuclear and quantum chemistry, photo chemistry
Nuclear energy
Nuclear waste, radioactive pollution and control
Nuclear, atomic and molecular physics, accelerators
Nutrition of farm animals
Oncology and haematology
Optics, masers and lasers
Organic chemistry
Other fields of internal medicine
Other machinery industry
Other materials
Other medical fields
Paediatrics
Pedagogy and education
Pedology
Pharmacology and apothecary chemistry
Philosophy and religion
Physical chemistry and theoretical chemistry
Physiology
Plant cultivation
Plant growing, crop rotation
Plasma physics and discharge through gases
Pneumology
Political sciences
Pollution and air control
Pollution and water control
Propulsion, engines and fuels
Protection of landscape
Psychiatry, sexology
Psychology
Public health system, social medicine
Reliability and quality management, industrial testing
Safety and health protection, safety in operating machinery
Seismology, volcanology and Earth structure
Sensors, detecting elements, measurement and regulation
Sociology, demography
Solid waste and its control, recycling
Solid-state physics and magnetism
Sport and leisure time activities
Structural engineering
Surgery including transplantology
Theoretical physics
Theory and management systems
Thermodynamics
Traumatology and orthopaedics
Use of computers, robotics and its application
Zoology
Zootechnics

◇ **GRANT journal** je vědecký časopis publikující výsledky výzkumné a vědecké činnosti příjemců grantů a veřejných podpor. **GRANT journal** publikuje recenzované vědecké práce a vědecké studie. ◇ **GRANT journal** is a scientific journal, that publishes results of research and science activities of grantee. **GRANT journal** publishes original scientific articles and scientific studies.

Časopis je vydáván v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

Společenské vědy, Social sciences

Contemporary Slovak Chamber Music as a Tool for Innovation in Teaching Chamber Music at Primary School of the Arts <i>Jana Csámpaiová</i>	6
School theater in Slovakia from its inception to the Teresian reforms <i>Ivana Benedikovič Gontková</i>	11
Prejavy technologickej interferencie a pôsobenie digitálnych médií v kontexte vzdelávania <i>Vladimíra Hladíková</i>	17
Výučba fyziky a metrológie pomocou merania modulu pružnosti v šmyku torzným kyvadlom <i>Jozef Leja, Jan Rybář, Stanislav Ďuriš, Peter Onderčo, Andrej Smetánka</i>	23
Využívanie informačno-komunikačných technológií v starostlivosti o starších ľudí v kontexte neformálnej starostlivosti <i>Erik Šatara</i>	26

Lékařské vědy, Medical sciences

Assistive Digital Technologies for Adherence Monitoring and Evaluation Using Multimodal Patient Data <i>Aneta Buchtelová, Vojtěch Malina, Milada Luisa Šedivcová, Jan Kašpar, Ondřej Pelák</i>	33
---	----

Zemědělství, Agriculture

Hodnotenie <i>in vitro</i> degradácie zearalenónu bezbunkovými supernatantmi vybraných probiotických baktérií <i>Michaela Harčárová, Eva Čonková, Alena Hreško Šamudovská, Stanislav Hreško, Andrej Marcin, Tomáš Mihok, Lukáš Bujňák</i>	39
Vplyv prhl'avy na niektoré imunitné ukazovatele u výkrmových ošípaných <i>Stanislav Hreško, Alena Hreško Šamudovská, Dagmar Mudroňová, Tomáš Mihok, Lukáš Bujňák</i>	42

GRANT journal

◇ Společenské vědy
◇ Social sciences

Contemporary Slovak Chamber Music as a Tool for Innovation in Teaching Chamber Music at Primary School of the Arts

Jana Csámpaiová¹

¹ Katedra hudby, Pedagogická fakulta, Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre; Dražovská 4, 949 01 Nitra; jana.csampaiova@ukf.sk

Grant: VI/2/2025

Name of the Grant: Inovatívne prístupy k výučbe komornej hry

Category: AM - Pedagogy and education

© GRANT Journal, MAGNANIMITAS Assn.

Abstract The study focuses on the didactic potential of 21st-century Slovak chamber music in primary schools of the arts. It examines the extent to which newer chamber works can develop students' interpretive, cognitive, and creative competencies in the context of contemporary pedagogical approaches. An analysis of selected compositions by Ludo Kuruc and Jozef Hudák identifies structural, technical, and expressive elements that make them suitable for effective use in chamber music performance. The result is a proposal for methodological procedures that support the integration of innovative repertoire into the teaching process and stimulate the development of students' musical thinking through work with contemporary musical content.

Key words Chamber music, contemporary Slovak music, primary school of the arts, repertoire, methodology, music pedagogy

1. INTRODUCTION

Chamber music represents a stable and long-established interpretative discipline in the system of arts education at primary schools of the arts, fulfilling not only technical and artistic functions, but also important socialization and cognitive functions. In pedagogical literature, it is defined as a dynamic space for intense musical interaction, collective ensemble playing, and shared musical decision-making (Westerlund, Gaunt, 2013). Current research emphasizes that chamber ensembles create conditions for the development of creativity, flexible musical thinking, and the ability to respond to interpretation in real time (Lehmann, Sloboda, Woody, 2007). These processes have a significant social and aesthetic dimension that goes beyond the traditional concept of interpretive discipline. They are closer to a broader understanding of musical performance as a participatory practice (Small, 1998).

The current pedagogical paradigm of primary schools of the arts points to the need to reconfigure the long-prevailing model of chamber music, whose curricular and interpretative practice is based primarily on works from the classical-romantic canon. The development of a pluralistic and stylistically open repertoire is currently considered an essential part of education, as it promotes aesthetic flexibility in students and reflects the current musical reality (Burnard, 2012; Elliott, Silverman, 2015). Nevertheless, the chamber works of 21st-century Slovak composers are still used only marginally in practice, even though their rhythmic, sonic, and textural variability offers significant potential for modernizing teaching.

The aim of this study is to analyze the possibilities for the systematic and pedagogically appropriate integration of 21st-century Slovak chamber music into the educational process. The starting point is established theoretical-historical and pedagogical-methodological approaches (Elliott, Silverman, 2015), which are then applied to the chamber music of contemporary Slovak composers with an emphasis on its didactic value, technical demands, and interpretive potential. The text provides a synthetic overview of chamber works suitable for the educational environment of primary schools of the arts and formulates methodological recommendations that can support innovative approaches and reflect the current needs of music education.

2. CONCEPTUAL AND FUNCTIONAL ANCHORING OF CHAMBER MUSIC

Chamber music is defined in specialist literature as an aesthetic-artistic genre based on the principle of part autonomy, in which each voice has its own expressive and formative function (Taruskin, 2005). It represents an environment of intense musical collaboration, as the creation of musical meaning is conditioned by the collective dialogue of the performers. This process involves mutual listening, immediate response, and joint interpretive decision-making, which ties in with theories of experiential and cooperative learning (Small, 1998; Westerlund, Gaunt, 2013).

In psychological and pedagogical research (Lehmann, Sloboda, Woody, 2007; McPherson, Parncutt, 2016), chamber music is described as a discipline that integrates several dimensions of musical performance. Key cognitive processes include analytical thinking, anticipation of musical development, and working with structure. Perceptual-motor mechanisms, especially coordination, technical precision, and ensemble playing, play an equally important role. These components overlap with emotional and interpersonal aspects, including empathy and expressive adaptability, making chamber music an extremely effective tool for arts education. Chamber music represents a stable and long-established interpretative discipline

In pedagogical literature, the functions of chamber music are most often classified as artistic, social, and interpretive (Hopkins, 2018). The artistic function is related to deepening the understanding of musical structure and developing aesthetic sensitivity. The social dimension strengthens interaction, communication, responsibility, and the ability to cooperate. The interpretive level requires coordination between players, control of sound balance, and

adherence to stylistic appropriateness. These three areas form a framework that allows for a more precise understanding of the pedagogical potential of the contemporary chamber repertoire. The application of modern compositional approaches in the context of chamber music supports the development of technical skills, aesthetic sensitivity, teamwork, and creative musical thinking.

The next part of the study therefore focuses on the repertoire for string chamber ensembles, which provides an optimal environment for integrating contemporary Slovak works into teaching at primary schools of the arts.

3. CHAMBER MUSIC IN THE CURRICULUM AND PEDAGOGICAL CONTEXT

Chamber music has a stable position in European tradition as a space for interaction, collaboration, and the formation of musical thinking (Whittall, 1996; Taruskin, 2005). Its aesthetic, social, and interpretative pedagogical functions have long been emphasized in professional literature and form the basis of work with student chamber ensembles (Lehmann, Sloboda, Woody, 2007). These principles are also linked to the need to expand the repertoire to include contemporary Slovak works, which can offer new stimuli for the development of interpretative skills in the environment of primary schools of the arts.

Curricular documents for Slovak arts education conceive chamber music as an integral part of the comprehensive development of students' interpretive, social, and cooperative skills. The state education program for primary schools of the arts (ŠPÚ, 2015) explicitly emphasizes the development of intonation accuracy, rhythmic coordination, the ability to participate in collective interpretation, and conceptual musical thinking in an ensemble context. Nevertheless, as noted in pedagogical and curricular literature (Westerlund, 2008), the methodological frameworks of the subject remain largely general and do not contain systematic criteria for the selection of sheet music.

An analysis of the Slovak curricular framework indicates several areas that require more systematic development in the future. These include, in particular, the need for more clearly formulated recommendations for the selection of contemporary chamber works that would respond appropriately to current aesthetic trends and purposefully support the creative competences of students. In practice, historical compositions often dominate student ensembles, which naturally narrows the stylistic diversity of the literature used. The predominance of traditional compositional structures limits opportunities to become acquainted with the sonic, rhythmic, and textural characteristics of 20th- and 21st-century music.

The identified limitations are not entirely consistent with modern pedagogical paradigms, which emphasize the importance of collaborative learning, reciprocal interaction, and the development of cognitive-reflective processes (Vygotsky, 1978; Westerlund, Gaunt, 2013). Westerlund, Gaunt, 2013). This discrepancy points to the need to expand the chamber music literature used to include contemporary Slovak works, which can appropriately complement existing pedagogical practices and enrich ensemble practice at primary schools of the arts. Chamber music, thanks to its dialogical, intersubjective, and cooperative nature, provides an optimal environment for the application of contemporary works, especially in string chamber ensembles, which form a stable part of ensemble practice at primary schools of the arts.

4. CONTEMPORARY SLOVAK CHAMBER MUSIC AND ITS EDUCATIONAL CONTRIBUTION

As evidenced by music education and musicology studies (Small, 1998; Lehmann, Sloboda, Woody, 2007; Westerlund, 2008), learning through chamber music has an integrative, reflective, and participatory character, which allows for the effective use of the contemporary repertoire in the process of cooperative and experiential learning. From a pedagogical point of view, contemporary Slovak chamber music represents an extremely valuable repertoire resource that can develop students' technical, auditory, interpretative, and social skills in the context of modern educational trends. It is characterized by distinctive rhythmic and sonic invention, which appropriately complements the traditional repertoire used in primary schools of the arts. The characteristic features of these works include rhythmic variability, the use of polymetry and syncopation, the use of irregular rhythmic patterns, and the creation of colorful sound textures. In addition, they employ a combination of traditional and modern playing techniques, including *pizzicato*, *col legna*, and *sul ponticello*.¹

Such expressive and technical approaches support several areas of students' musical development. Rhythmic invention allows them to practice tempo stability and ensemble playing within multi-layered rhythmic structures. The tonal-modal techniques of contemporary music contribute to a more subtle perception of intonation, while diverse sound techniques develop a refined listening to tone color and work with texture within an ensemble. At the same time, modern expressive elements increase students' interpretive flexibility, which music education literature (Pazdera, 2008; Hopkins, 2018) identifies as key to the comprehensive artistic growth of young performers.

In this sense, contemporary Slovak chamber music provides a natural environment for the comprehensive technical and aesthetic development of students, which the traditional historical repertoire is usually unable to provide in the same breadth and diversity.

From a cognitive point of view, chamber music with a contemporary repertoire builds on the concept of musicking (Small, 1998), according to which musical activity is primarily a social act. In this model, musical meaning is not perceived as a static property of the work, but as the result of interaction between the players during the performance process itself. Research in music psychology (Lehmann, Sloboda, Woody, 2007) also shows that performance is an integration of motor, cognitive, and emotional aspects, with chamber music further enhancing this integration due to the constant need to coordinate individual performance with fellow musicians.

Contemporary Slovak chamber music in an educational environment naturally supports the process of collective construction of musical meaning, as its expressive and formal techniques (motif fragmentation and textural contrasts) require active interpretative discussion within the ensemble. At the same time, modern rhythmic and formal layering develops anticipation, self-regulation, and the ability to respond flexibly to changes that are characteristic of contemporary music. Working with sound material that often goes beyond traditional expressive models stimulates students' creativity and musical imagination.

All these aspects also support the social dimensions of chamber music, especially empathic listening, interactive sensitivity, and responsibility for the collective result. From a pedagogical point of view, these are elements of situated social learning that chamber music allows to develop naturally. They represent a key principle of

¹ *Pizzicato* – plucking the strings with the fingers; *col legna* – playing with the wood of the bow; *sul ponticello* – playing close to the bridge with a specific, sharper sound.

contemporary concepts of music education (Westerlund, Gaunt, 2013).

5. REPERTOIRE GAP AND THE SIGNIFICANCE OF SLOVAK WORK

An analysis of the repertoire used in the *Chamber Music* course at the primary schools of the arts reveals a significant imbalance. The classical-romantic repertoire dominates, while contemporary Slovak music is represented only marginally, unsystematically, and without methodological gradation. This situation is also documented by research (Csámpaiová 2025), which points to limited stylistic diversity, the absence of modern composers, and a lack of repertoire recommendations for working with contemporary works.

For this very reason, works by Slovak composers such as Ľudo Kuruc and Jozef Hudák are particularly suitable material for pedagogical practice. Their chamber music combines modern elements with didactic appropriateness, offering clear formal architecture and accessible sonority. It creates space for the development of creative interpretation, which 21st-century music pedagogy considers essential.

The works of Ľudo Kuruc and Jozef Hudák enable students to enter the world of contemporary music in a natural and pedagogically appropriate way. Their chamber compositions are not technically demanding, which greatly facilitates their inclusion in the repertoire at lower and intermediate levels of study. At the same time, they respect the developmental possibilities of students. They work with a clear form, legible motifs, and sound elements that are unconventional but still comprehensible to young performers. Thanks to this, they promote aesthetic openness and help develop modern musical thinking based on the ability to respond to innovative sound stimuli, work with unconventional tone colors, and understand music in a broader context. Their works fill a significant gap in the repertoire of the *Chamber Music* course at the primary school of the arts, where there is a lack of compositionally high-quality, modern, and pedagogically accessible compositions of appropriate difficulty.

Ľudo Kuruc created the cycle *Piesne stromov*, which contains several didactically valuable chamber compositions suitable for different levels of students. Representative examples include the compositions *Smutná vrba* and *Stará jelša*, which combine modern elements with pedagogical appropriateness. *Smutná vrba* works with a clearly structured phrasing and alternating arco/pizzicato techniques in the strings (e.g., bars 1–13), which facilitates the development of coordination and sound balance in the ensemble. *Stará jelša* is characterized by melodic clarity, subtle dynamic gradation, and transparent texture (e.g., measures 1–8; 17–26), which support work on phrasing, articulation, and tonal balance.

Equally significant is the work of Jozef Hudák, represented by the composition *Sushi alebo Halušky*. The work is based on distinctive rhythmic motor skills, ostinato patterns, and a systematic division into sections A–F. The rhythmic ostinatos in the double bass and percussion (especially bars 26–33) serve as ideal material for developing pulsing stability and ensemble playing. The alternation of pizzicato and arco in the string instruments (viola bars 5–7; cello bars 6–13) allows for pedagogically effective work on tonal flexibility. The melodic lines in sections B and C in the viola and violins (e.g., violin I: bars 17–24) provide space for developing phrasing and intonation confidence. The piano part (bars 6–13; 21–30) supports hand coordination and dynamic work in an ensemble context.

Hudák's style can also be represented by the work *Starý gramofón*, which is one of his most frequently performed compositions in pedagogical practice. The composition is characterized by a clear melodic line and dance-like pulsation, which creates a natural interpretative flow and immediate appeal to students. In this work, Hudák combines a regular metrical framework with small rhythmic shifts and syncopations, creating a pulsating, slightly "retro" stylization reminiscent of the aesthetics of early gramophone recordings. Formally, he works with short motivic structures based on progressions and repetitions, which makes the work coherent and easy to learn. Also typical are the contrasts between more lyrical passages and rhythmically accented sections, which support work on articulation, dynamics, and phrasing. The composition thus develops precise rhythmic coordination, a sense of stylistic character, and the ability to create expressive tension through short motifs.

The inclusion of *Starý gramofón* naturally follows Hudák's aesthetic line and complements his work with a more accessible genre, yet compositionally sophisticated model, which significantly enriches the range of contemporary Slovak repertoire suitable for primary schools of the arts. In combination with Kuruc's cycle *Piesne stromov*, represented by the compositions *Smutná vrba* and *Stará jelša*, a comprehensive palette of pedagogically suitable repertoire is created. While Kuruc's work brings a lyrical, texturally transparent, and sonically delicate approach to contemporary musical language, Hudák's works offer rhythmically pulsating, thematically distinctive musical material that is immediately accessible to students. The two creative lines thus complement each other and together fill an important gap in the repertoire of the *Chamber Music* course at the primary schools of the arts.

5.1 Educational application

The implementation of works by Ľudo Kuruc and Jozef Hudák into chamber music teaching creates space for a multi-level pedagogical process that reflects modern approaches to music education. Working with these compositions allows students to build on their analytical and perceptual skills through detailed examination of soundscapes, tone color, textural layers, and dynamic contrasts.

Interpreting works also naturally promotes the development of ensemble communication. Teachers can use techniques such as conducting from within the ensemble², which encourages sensitivity to the gestures of fellow musicians, the ability to respond in real time, and actively contribute to the overall musical concept. These processes develop not only the synchronization of movement and sound, but also the intersubjective understanding that is at the heart of chamber music practice.

Contemporary Slovak chamber music also creates suitable conditions for working with detailed dynamics and sound modeling. Students are encouraged to think of sound as a plastic, malleable quality that can be consciously shaped. Working with modern elements also promotes creative reflection and initiative among students, thereby developing their collective responsibility for the final interpretation.

The works of Kuruc and Hudák are becoming a practical tool for modernizing chamber music teaching: they allow traditional disciplines (intonation, rhythm, ensemble playing) to be combined with elements of creative interpretation. They provide teachers with

² "Conducting from within the ensemble" refers to a method of leading an ensemble without an external conductor, in which one of the players (usually the concertmaster or another leading voice) takes on the conducting role. Through visual, breathing, and movement signals, they direct the tempo, entrances, phrasing, and expression, while actively playing their own part.

reliable repertoire material that meets the requirements of current music pedagogy.

5.2 Methodological recommendations for implementing current creation

Following professional recommendations in the field of pedagogical repertoire selection for student chamber ensembles (Pazdera, 2008; Hopkins, 2018; Lehmann, Sloboda, Woody, 2007), it is possible to define a set of criteria that enable the effective and didactically appropriate inclusion of contemporary Slovak chamber music in teaching. A key prerequisite is appropriate technical difficulty. The composition should respect the developmental possibilities of the students, provide them with space to master basic chamber skills, and at the same time motivate them to discover diverse sounds. Equally important is a clear, transparent texture that facilitates orientation in the musical material and supports coordination within the ensemble.

From a pedagogical point of view, it seems most effective if the composition contains one dominant element of newer musical creation (e.g., specific sound color, rhythmic pattern, or modality) that can be the subject of deeper didactic analysis and pedagogical elaboration. The selection of repertoire should also take into account the adaptability of the composition for different instrumentations, which is especially important in primary schools of the arts, where personnel and instrumentation conditions are variable. It is essential that sheet music and, if possible, recordings are available to simplify the process of preparation, analysis, and interpretive reflection. Criteria conceived in this way enable teachers to select a repertoire of contemporary Slovak music that is didactically meaningful, aesthetically valuable, and fits organically into the overall structure of chamber music teaching.

Effective implementation of contemporary Slovak chamber music requires a methodical approach that combines analytical, perceptual, and creative learning strategies. The starting point is listening to and decoding soundscapes, in which students learn to identify tone color, texture, and the dynamic proportions of a composition. This is followed by an analysis of rhythmic layers, which is particularly important in works that use polymetry, syncopation, or irregular forms.

Pedagogical practice recommends alternating work in sections with rehearsals of the whole piece, which promotes detailed practice of the score and overall ensemble stability. An important element of the methodological process is also joint reflection, based on Kolb's (1984) cycle of experiential learning, where students interpret their experiences, identify problems, and formulate solutions. Contemporary music offers an ideal space for creative tasks, such as creating short musical miniatures based on motifs from the works being studied. This promotes aesthetic sensitivity, compositional-improvisational thinking, and a deeper understanding of the musical language of contemporary composers. This methodological framework represents a comprehensive and functional model of work that is in line with modern trends in 21st-century music pedagogy.

6. DISCUSSION

The implementation of contemporary Slovak chamber music into teaching at primary schools of the arts faces several systemic and methodological limitations that need to be addressed. A significant obstacle is the fear of teachers of modern compositional languages, which are often perceived as interpretatively or theoretically

demanding. This attitude is also related to insufficient knowledge of the repertoire, as many teachers do not have access to up-to-date databases of works, practical methodological materials, or sample interpretations.

Another limiting factor is the lack of methodological recommendations that would help teachers incorporate contemporary music into their teaching systematically and with conceptual gradation. The absence of clear repertoire strategies means that contemporary works are used sporadically and randomly rather than as an integral part of the curriculum framework.

The article therefore points to the need to create a stable pedagogical infrastructure that would include collections of recommended works, methodological sheets, teaching materials, and available recordings. The introduction of contemporary Slovak chamber music into teaching can thus be not only an aesthetic and interpretative contribution, but also an impetus for the modernization of the entire chamber music teaching system, in line with European trends in music education.

7. CONCLUSION

Contemporary Slovak chamber music represents a significant potential that has been underutilized in the pedagogical practice of primary schools of the arts, but which could be purposefully applied in the modernization of the subject of chamber music. An analysis of theoretical-historical, curricular, and didactic contexts shows that this repertoire meets the demands of contemporary pedagogical paradigms. It supports creative, participatory, and reflective learning, develops students' technical and auditory skills, and at the same time strengthens their aesthetic openness to musical phenomena of the 20th and 21st centuries.

The works of Ludo Kuruc and Jozef Hudák, presented in this article as examples of good practice, highlight the possibilities that modern Slovak music offers for the educational environment: accessible technical difficulty, clear formal structure, appropriate modern language, and sonic inventiveness suitable for the development of chamber music skills. At the same time, their work responds to an identified gap in the repertoire and provides compositionally high-quality works that can be systematically incorporated into the progression of chamber music instruction.

The methodological recommendations defined in the text offer teachers a specific framework for working with the current repertoire, from selection criteria and analytical-perceptual strategies to creative activities that support active engagement with musical material. Their implementation creates the conditions for establishing a modern and didactically sophisticated approach to chamber music that respects European trends in arts education.

Modernizing chamber music instruction at primary schools of the arts through contemporary Slovak compositions is therefore not only a matter of aesthetic updating, but above all a matter of methodological and curricular relevance. The introduction of such a repertoire represents a systemic step towards more open and reflective arts education that develops students' interpretative autonomy, creative flexibility, and cultivated musical thinking.

Sources

1. ELLIOTT, D. J., SILVERMAN, M. *Music Matters: A Philosophy of Music Education*. 2nd ed. New York: Oxford University Press. 2015. 250 s. ISBN 978-0195385076.
2. CSÁMPAIOVÁ, J. Interpretation of Contemporary Chamber Music by Slovak Composers at Primary Art Schools: Challenges, Practice and Perspectives. *Slavonic Pedagogical Studies Journal: The scientific educational journal*, roč. 14, č. 2. 2025. s. 168-174. ISSN 1339-8600. DOI: 10.18355/PG.2025.14.2.09.
3. WESTERLUND, H., GAUNT, H. The Case for Collaborative Learning in Higher Music Education. In: WESTERLUND, H., GAUNT, H. (eds.). *Collaborative Learning in Higher Music Education*. London: Routledge, 2013. s. 1–9. ISBN 978-1315572642.
4. HOPKINS, M. *The Art of String Teaching Spiral-bound*. Chicago: GIA Publications, Inc., 668 s. ISBN 978-1622773381.
5. HUDÁK, J. *Sushi alebo Halušky*. 2016.
6. HUDÁK, J. *Starý gramofón*. 2015.
7. KOLB, D. A. *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Englewood Cliffs: Prentice Hall. 1984. 377 s. ISBN 0-13-295261-0.
8. KURUC, L. Skladby z cyklu „Piesne stromov“ *Smutná vrba, Stará jelša*. 2024.
9. LEHMANN, A. C., SLOBODA, J. A., WOODY, R. H. *Psychology for Musicians: Understanding and Acquiring the Skills*. Oxford: Oxford University Press. 2007. 268 p. ISBN 978-0-19-514610-7.
10. McPHERSON, G., PARNCUTT, R. *The Science and Psychology of Music Performance*. Oxford: Oxford University Press. 2002. 400 p. ISBN 9780195350173.
11. PAZDERA, J. *Vybrané kapitoly z metodiky houslové hry*. Praha: Akadémia múzických umění. 2008. 381 s. ISBN 978-80-7331-117-9.
12. SMALL, CH. *Musicking: The Meanings of Performing and Listening*. Hanover: Wesleyan University Press. 1998. 230 p. ISBN 978-0-8195-6309-1.
13. ŠTÁTNY PEDAGOGICKÝ ÚSTAV. *Štátny vzdelávací program pre základné umelecké školy – hudobný odbor*. Bratislava: ŠPÚ. 2015.
14. TARUSKIN, R. *The Oxford History of Western Music. Vol. 4: The Early Twentieth Century*. Oxford: Oxford University Press. 2005. 880 p. ISBN 9780199796014.
15. VYGOTSKIJ, L. S. *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge: Harvard University Press. 1978. 159 p. ISBN 0674576292.
16. WESTERLUND, H. Bringing Experience, Action and Culture in Music Education. *Philosophy of Music Education Review*, 16(1). 2008. s. 79–95 ISBN 952-9658-98-2.
17. WHITTALL, A. *Music Since the First World War*. Oxford: Oxford University Press. 1996., 288 s. ISBN 9781383008258. Ut egestas vestibulum lacus fermentum consectetur. Praesent sit amet eros sit amet purus

School theater in Slovakia from its inception to the Teresian reforms

Ivana Benedikovič Gontková¹

¹Constantine the Philosopher University in Nitra, Faculty of Education, Dražovská 4, 949 01 Nitra, email: ivana.benedikovic.gontkova@ukf.sk

Grant: UGA VI/1/2025

Name of the Grant: Tracing puppeteer families in Upper and Lower Nitra

Category: AB - History

© GRANT Journal, MAGNANIMITAS Assn.

Abstract The paper deals with the development of school theatre in the territory of today's Slovakia from its origin to its official prohibition. The author maps the contemporary functions of the school theatre from didactic through promotional to cultural and artistic. It takes a closer look at the approach of J. A. Comenius's approach to the subject of school plays and their overlap with universities in our territory. It focuses on the activity of school theatre in relation to the cultivation of tradition in evangelical and Catholic education. It takes a closer look at the tradition of school theatre in specific religious orders, mapping the various towns and areas in which school theatre had a significant presence.

Key words: school theater, religious orders, Slovakia, Theresian reforms

1. THE BEGINNINGS OF SCHOOL THEATRE IN SLOVAKIA

As in the case of Humanism and the Renaissance, the emergence of school theatre in Slovakia occurred with a significant delay compared to neighbouring regions. The rise and development of Slovak school theatre, whose roots can be traced to the 16th century, are closely linked to the spread of Humanism, and to the arrival of Martin Luther's (1483–1546) Protestant Reformation from Germany. The establishment of Protestant communities was accompanied by the founding of Protestant schools, which soon became new centres of musical and theatrical culture. It was in these institutions that the earliest school plays were created, most often under the direction of rectors, who had received their academic training at German universities.¹ The reformer Martin Luther viewed school plays very favourably, believing that they had a valuable role to play in the education of children. He recommended them as a means of depicting positive role models through stage characters, while also warning against inappropriate behaviour. Together with his close friend and collaborator, Philipp Melancthon (1497–1560), he promoted, especially in town schools and universities, the study of ancient Greek comedies by Publius Terentius Afer (185?–159 BC) and Titus Maccius Plautus (254–184 BC), which were meant to help students refine their rhetoric and Latin. These works later became the first source texts for school plays. Luther's teachings and attitudes supported the development of

school drama not only in Protestant schools, but later also in Jesuit schools.²

One of the graduates of the University of Wittenberg who contributed to the popularisation of school plays, not only in Slovakia but throughout the Kingdom of Hungary, was Leonard Stöckel (1510–1560)³, a student of Martin Luther and Philipp Melancthon⁴, and later rector of the municipal school in Bardejov.⁵ Stöckel is the author of the first Hungarian school play, *Historia von Susanna* (The Story of Susanna), written in German and first performed at the Bardejov school in 1556. Three years later, the text was printed in Wittenberg. The play gradually gained considerable popularity and was performed not only in Bardejov, but also in Košice and Kremnica⁶, eventually becoming part of local popular culture. Following Stöckel's passing, the tradition of school plays moved from Bardejov to Prešov. By that time, Prešov had already embraced Luther's teachings, and its municipal school was under the patronage of the Evangelical Church. The school enjoyed a strong reputation, and the advancement of education there further contributed to the spread of school theatre.⁷

1.1 John Amos Comenius and theatre

Between 1650 and 1654, at the invitation of Sigismund Rákóczi (1544–1608), John Amos Comenius (1592–1670) worked in Blatný potok (Šárospatak), a town near the Czechoslovak border. As Blatný potok was located relatively close to Prešov, J. A. Comenius

²CESNAKOVÁ-MICHALCOVÁ, 1997, p. 10.

³Philipp Melancthon (1497 – 1560) – humanist scholar and professor at the University of Wittenberg, actively participated in the Reformation of the Church. In Germany, he bears the title of "Teacher of Germany", which he earned for his contribution to the development of German education. He continued and continued the work of Martin Luther.

The Bardejov Humanistic Town School, which was probably established on the grounds of the original parish school, was known for its progressive teaching methods and excellent humanistic teachers. Within the three-year study, the study of Latin grammar became the basis of the second year and the works of classical Latin playwrights were read. With a high degree of probability, students in the third year were also engaged in the study of rhetoric and classical Greek. The school ceased to exist in 1775.

⁴ Leonard Stöckel is the author of several plays, records of which have been preserved – *Terentius Eunuch* (Terentius' Eunuch, 1552), *Kain a Abel* (Cain and Abel, 1553), *Márnotravný syn* (The Prodigal Son, 1554), *Jozef* (Joseph, 1555), *Vdova* (The Widow, 1556), *Zuzana* (Susanna, 1557).

⁵ The Bardejov humanistic municipal school, which was probably established on the grounds of the original parish school, was known for its progressive teaching methods and outstanding humanistic teachers. As part of the three-year course, the second year focused on the study of Latin grammar and the works of classical Latin playwrights. It is highly likely that third-year students also studied rhetoric and classical Greek. The school closed in 1775

⁶ School plays began to be performed relatively early in Kremnica and were very popular. They were performed almost every year, alternating with guild performances. See CESNAKOVÁ-MICHALCOVÁ, 1997, p. 10.

⁷ 7 KOPAS, L.: Činoherné divadlo do roku 1830. In *Dejiny slovenského divadla I*. Bratislava: Divadelný ústav, 2018, p. 27. ISBN: 978-80-8190-039-6.

¹CESNAKOVÁ-MICHALCOVÁ, M.: *Z divadelných počiatkov na Slovensku*. [Collection of Essays]. Bratislava: Národné divadelné centrum, 1997, p. 9. ISBN 80-85455-29-3.

maintained regular contact with the Prešov municipal school during his time in Blatný potok.⁸

The denizens of Prešov even contemplated extending an invitation to Comenius to fill the vacant position of rector of the Prešov municipal school. Although this idea was not realized, Comenius' influence on school practice was felt not only through the use of his textbooks. Comenius significantly influenced teaching methods, which had a particular impact on the development of school theatre.⁹ By the time J. A. Comenius received an invitation to Blatný potok, he already had extensive teaching experience. He started as a young teacher in Přerov, from where he fled to Lešno, Poland, in 1628, after the Battle of White Mountain, as a result of the persecution and oppression of Protestants during the recatholization of the country. At that time, Lešno was an important centre of the Unity of Brethren¹⁰, which operated here under the protection of the Counts of Leszczyński. Comenius first worked here as the administrator of the Brethren congregation, and then became the rector of the gymnasium. In this favourable environment, he reflected on school work and the teaching methods of the time. In 1642, he left for Elbląg, Poland, where he spent seven years and wrote his first textbooks.¹¹

From the very beginning of his teaching career, John Amos Comenius considered school theatre to be an important part of the teaching method. This was despite many opponents of school plays, and the strict moral rules enforced by the Unity of Brethren. Unlike the Jesuits, who used school plays for recatholisation and political purposes, Comenius brought humanistic content to school plays and used them as an effective educational tool, while also being aware of the social impact of school theatre. Despite prejudice, he managed to organise several school plays in Lešno and Blatný Potok. Probably due to a lack of suitable plays that the Unity of Brethren would be willing to tolerate, he wrote the play *Diogenes Cynicus Redivivus* (Diogenes the Cynic Revived, 1640, published in 1658 in Amsterdam) for his students in Lešno. They premiered it in 1640 and later performed it twice more, which testifies to its popularity, despite the fact that Protestant dogmatists rejected it as pagan.¹²

This was followed by the play *Abrahamus Patriarcha* (Patriarch Abraham, 1641, published in 1661 in Amsterdam), in which, after criticism of the previous pagan theme, he came up with a biblical story.

In Blatný Potok, Comenius also produced his work *Orbis Pictus* (originally *Orbis Sensualium Pictus*; The World in Pictures, published in Nuremberg in 1658), intended to facilitate pupils' learning of Latin.

Despite having disagreements with the school's rector, Ján Tolnai (1606–1660), Comenius was responsible for the staging of several school plays in Blatný potok. To avoid accusations of desecrating the Bible, he resorted to his own language textbook, *Janua*

linguarum reserata, or *Janua linguarum reserata* (The Gate of Languages Opened, or The Seedbed of Languages and All Sciences, 1631). Inspired by Sebastian Macer¹³, he gradually adapted all 99 chapters of *The Gate of Languages* into eight plays and gave them the collective title *Schola ludus, seu Encyclopaedia viva, hoc est, Janua linguarum praxis comica* (School as Play, or Living Encyclopaedia, that is, Exercises from The Gate of Languages in Theater, 1653–1654, published in 1656 in Blatný potok)¹⁴.

Of particular importance and interest are Comenius's reflections and opinions on how to use school plays in teaching. Several writings and theoretical texts have been preserved, in which he comments on the mission of theatre and its function in school practice. These include *Schola Pansophicae Delineatio* (The Omniscient School, 1651), *Leges Scholae Bene Ordinatae* (Rules for Well-Organized Schools, 1653), *Panorthosia* (Universal Remedy, 1645–1670),¹⁵ the prefaces to the dramatic cycle *Schola Ludus* (School as Play) and to the play *Diogenes Cynicus Redivivus* (1658), and also in his *Autobiography* (1628–1658).¹⁶

In his writings defending school theater, Comenius distances himself from established profane forms of theater and affirms that it is a specific type of theatrical art performed exclusively within schools. Comenius thus clearly distinguished between theater as an art form and school theater as an educational tool. In Comenius's conception, theater was a space in which the didactic principles of clarity, naturalness, and activity could be applied, and moreover, a space in which the cognition and parallel development of all the student's abilities and skills took place.¹⁷ For Comenius, theater was a methodological tool that made it easier for students to understand the subject matter being taught. According to him, school theater, by its very nature, promotes healthy competition, activates the student community, encourages diligence, and optimizes moral and social education. Last but not least, Comenius was also concerned with language education, which was to lead to pure and flawless Latin, so important for humanists. His efforts were aimed at transforming school (which until then had been a place of horror for students) into a joyful place, arousing students' interest in learning and dispelling laziness, complacency, and indifference.¹⁸

Comenius' school theatre can be considered the pinnacle of humanistic theatre linked to school education. Although Comenius was the most important representative of Humanism and revived school theater in many Protestant schools, after the conclusion of the Peace of Westphalia in 1648,¹⁹ he no longer had any influence on school theater in his native country.

1.2 Successors of John Amos Comenius

The most faithful continuator of Comenius's teachings in the region was Izák Caban (1632–1707), who, from 1661, served as vice-rector of the Evangelical College in Prešov.²⁰ He carried on the tradition of

⁸ The Prešov municipal school had a rich history, in which theater played a significant role. Didactic plays were performed here as part of the curriculum. Among the most important figures in this regard was the humanist educator and poet Ján Bocatius (1569–1621). This period also saw the unique performance of the school's New Year's play about the adoration of the Three Kings, *Ein zwiefacher poetischer Act* (1651) by Peter Eisenberg. See also VARŠO, M. et al. *Pallas Scepusiensis*. Školské hry Jezuitského gymnázia v Spišskej Kapitule (1648 – 1672). [online]. Centrum spoločenských a psychologických vied SAV, 2017. p. 5. ISBN 978-80-972693-9-5 Available at: https://www.academia.edu/37943035/Pallas_Scepusiensis_%C5%A0kolsk%C3%A9_hry_Jezuitsk%C3%A9_gymn%C3%A1zia_v_Spi%C5%A1skej_Kapitul%C3%A9_1648_1672_Pallas_Scepusiensis_School_Dramas_of_Jesuit_College_in_Spi%C5%A1_Canony_1648_1672 [Retrieved on 2025-07-04].

⁹ KOPAS, 2018, p. 29 – 30.

¹⁰ The Unity of the Brethren is a Protestant Christian church that emerged from the Czech Reformation. In 1632, J. A. Comenius became bishop of the Unity of Brethren.

¹¹ CIPRO, M.: Průvodce dějinami výchovy. Praha: Panorama, 1984. s. 154. 11-088-84.

¹² PŠENÁK, J.: Ján Amos Komenský, tvorca školských divadelných hier. [online]. In *PAEDAGOGICA*. [Proceedings of the Faculty of Arts, Comenius University]. Bratislava: UK, 2005. Vol. 17, p. 131. Available at: https://phil.uniba.sk/fileadmin/fif/katedry_pracoviska/kp/ed/projekty/Archiv_Paedagogica/17_-8.pdf [Retrieved on 2025-07-04]

¹³ Comenius's successor at the Lešno Gymnasium, who adapted Comenius's language textbook (66 chapters) into three plays (1651). See PŠENÁK, 2005, p. 134.

¹⁴ CESNAKOVÁ-MICHALCOVÁ, 1997, p. 18.

¹⁵ *Panorthosia* – Book 6 of *De rerum humanarum emendatione consultatio catholica ad genus humanum, ante alios vero ad eruditos, religiosos, potentes Europae* (General Consultation on the Reform of Human Affairs. To the human race, but especially to European scholars, clergy and the powerful).

¹⁶ The work was first published in 1670 under the title *Pokračovanie v bratskom napominaní Samuela Maresia*. See CESNAKOVÁ-MICHALCOVÁ, 1997, p. 22.

¹⁷ PŠENÁK, 2005, p. 128.

¹⁸ CESNAKOVÁ-MICHALCOVÁ, M.: Divadlo ako súčasť výchovného systému J. A. Komenského a jeho ohlas na slovenských školách. In *Slovenské divadlo*. Vol. 5, 1957, No. 4, p. 260.

¹⁹ The Peace of Westphalia is the name given to a total of eleven treaties signed in 1648, which ended the Thirty Years' War. Although as a result of this, the Protestant faith was given equal status with Catholicism in Western countries in the spirit of the principles of the Peace of Augsburg of 1555 "cuius regio, eius religio" (whose realm, his religion), in the Habsburg Monarchy, which retained absolute power, recatholization prevailed and the confiscation of Protestant property remained in force.

²⁰ The Evangelical College in Prešov, founded in 1667, was the successor educational institution to the municipal school in Prešov.

school performances with the plays *Lyceum Eperienze dramaticum* (The Dramatized Prešov Lyceum, 1661) and a cycle of plays entitled *Drama primum isagogicum et eucharisticum* (The First Isagogic and Eucharistic Drama). Following Comenius's example, this series of plays presented educational content in a theatrical form.

In the following years, several more plays were staged at the Evangelical College in Prešov, authored by Comenius's pupil, Eliáš Ladiver (1633–1686). He encountered Comenius in Blatný Potok, where he came at the age of twenty and continued his education at a relatively early stage in Wittenberg. It is not assumed that he participated directly in Comenius's school plays, nor that his work was directly shaped by Comenius's personality. Rather, it is likely that Ladiver's dramatic activity was influenced by the broadly popular principles of educational realism, and by the lively connections that the Prešov College maintained with Comenius during his time in Blatný Potok.²¹ Ladiver's work in Prešov was highly productive. Specifically, it was in the field of school theatre. Both manuscripts and printed editions of his plays have survived to the present day.²²

Thanks to the Evangelicals, school plays spread to other schools in Slovakia, becoming popular in Kremnica, Banská Štiavnica and Levoča. At many schools, the plays were written by teachers. For example, in Prievidza, they were written by Zachariáš Kalinka (1629–1656), a teacher and author of school dramas. In Ilava, by Andrej Sartorius (1630–1680), a religious writer, teacher, and playwright. In Brezno, the Evangelical priest, writer of memoirs and travelogues Ján Simonides (1648–1708) or in Rožňava, the teacher and writer Michal Mišovic (?–1710), etc.

The opening of a new Evangelical grammar school in Bratislava in 1656 was marked by the publication of a play, *Gymnasium sapientiae ac virtutum* (School of Wisdom and Virtue, published in Trenčín, 1657), by Johann Rehlin (Rehlinus, Rhelinus). The Bratislava grammar school had its own well-equipped theatre hall, where plays were performed regularly for several years. While the first permanent school theater hall was established in Bratislava, the first dramatic text written in the Slovak language for school theater came from the Evangelical School in Necpaly. The author of the text was Ladislav Justh²³, who wrote a play entitled *Agon aneb Potýkaní čtvoro Sveta, Tela, Smrti, Spravedlivosti boží a Dušičky vernej* in 1694, after the death of his friend.²⁴

While Slovakia became a refuge for a large part of the Czech exiles after the Battle of White Mountain, it ceased to be a safe place for Slovak Protestants after the discovery of Wesselényi's conspiracy in 1671²⁵. Many priests and teachers, such as Ján Rezik (1650–1711), Daniel Sinapsius-Horčička (1640–1688), Ján Sartorius (1656–1729), Juraj Lányi (1646–1701),²⁶ and others, were forced into exile. Despite this, they continued their teaching activities, and most of them also continued their literary activities. Protestant school drama, under the influence of recatholization, focused mainly on religious

and educational themes. After 1660, a more aggressive approach towards Protestants began, with churches and schools being taken away from them, but despite cruel persecution, the Protestant Church managed to maintain its educational organisation in Hungary, and some schools continued to flourish.²⁷

2. SCHOOL THEATRE IN THE BAROQUE PERIOD

During the Baroque period, Protestant school drama continued to develop in the territory of Slovakia, particularly at schools in Bratislava, Ilava, Prievidza, Kremnica, Necpaly, Banská Štiavnica, Banská Bystrica, Ožďany, Štítňik, Rožňava, Kežmarok, Levoča, Bardejov, and, not least, Prešov.²⁸ School drama enjoyed numerous supporters in Slovakia, not only among Protestants, who sought to influence educated audiences and win them over to their cause, but also among Catholics.

2.1 Jesuit School Theatre

Jesuit school theatre developed under the influence of, and in competition with, Protestant theatre. The Jesuit Order²⁹ was wealthy, and school plays were organised almost from its inception, with students of its founder, Ignatius of Loyola (1491–1556), already participating. As early as 1591, the Jesuit curriculum recommended school plays as an educational tool. In addition to educating young people, these plays promoted the Order itself. However, strict censorship was imposed on all productions.

Initially, Jesuit school theatre had to compete with the more advanced Protestant theatre, which encouraged elaborate staging and dramatic effects. Greater financial resources, provided by patrons and wealthy students, enabled Jesuits to employ sophisticated stage machinery, richly decorated costumes, and larger casts.³⁰ This visual richness quickly contributed to the popularity of Jesuit school theatre. The Baroque period saw extraordinary audience success for Jesuit plays, which perfectly embodied the aesthetic and moral values of the time. This success continued from the mid-17th century until 1773.³¹ The first recorded Jesuit school play in Slovakia dates to 1601 in Šaľa nad Váhom, where, during Easter, students performed *Josephus Triumphans, seu e carceribus squaloribus liberatus* (Joseph Triumphant, or Freed from the Filthy Prison).³²

The Jesuits were highly active in the Kingdom of Hungary, and from their first play in 1601 until the Order's dissolution, they staged over ten thousand plays, the majority of which were performed in the territory of present-day Slovakia.³³ The largest number of performances in Kingdom of Hungary took place in Trnava, which since 1561 had been the main seat of the Jesuits in the kingdom. Comparing the number of school theatre performances across Hungarian cities, Trnava ranks first, with over 410 staged productions, followed by Bratislava with more than 320 and Zagreb with over 300 performances. Other Slovak cities with regular theatre productions and a high number of performances included Skalica, Trenčín, Košice, and Levoča.

²¹ CESNAKOVÁ-MICALCOVÁ, 1957, p. 343.

²² In Prešov, students from the Prešov College performed several of Ladiver's works, e.g. *Eleazar constans* (Persevering Eleazar) in 1668 and *Papinianus Tetragonos* (Brave Papinianus) in 1669. See CESNAKOVÁ-MICALCOVÁ, M.: *Z divadelnej minulosti na Slovensku*. Bratislava: Divadelný ústav Bratislava, 2004, p. 22. ISBN 80-88987-57-1.

²³ Only that he was active in the 17th and 18th centuries is known about him, with no further biographical details available. See Justovci [online]. In *Encyclopaedia Beliana*. ISBN 978-80-89524-30-3. Available at: <https://beliana.sav.sk/heslo/justovci> [Retrieved on 2025-07-07].

²⁴ CESNAKOVÁ-MICALCOVÁ, 1997, p. 15.

²⁵ The Wesselényi conspiracy (1664–1671) aimed to prepare an uprising and overthrow the Habsburgs' absolutist rule in Hungary, in an effort to restore the supremacy of the domestic high nobility. The conspiracy arose in response to the Peace of Vasvár (1664) but was uncovered before the uprising could take place.

²⁶ In 1685, Juraj Lányi published the play *Agapetus scholasticus et reductor* (The Student Agapetus Led Astray from the Path of Virtue and Brought Back to It Again) in Leipzig. See CESNAKOVÁ-MICALCOVÁ, M.: *Kapitoly z dejín Slovenského divadla*. Bratislava: Vydavateľstvo SAV, 1967, p. 91. 71-081-66.

²⁷ GREGOR, V. – SEDLICKÝ, T.: *Dějiny hudební výchovy v českých zemích a na Slovensku*. 2. edition. Praha: Supraphon, 1990, 9. 157. ISBN 80-7058-131.

²⁸ MINÁRIK, J.: *Baroková literatúra svetová, česká, slovenská*. Bratislava: SPN, 1984, p. 136.

²⁹ Jesuits – members of the male Catholic order Society of Jesus.

³⁰ Teachers tried to cast every student in school plays. For example, a play about John the Baptist performed in Trnava in 1715 featured 142 actors and up to 53 dancers in the ballet scenes. See CESNAKOVÁ-MICALCOVÁ, 2004, p. 63.

³¹ This year, the order was abolished (not only in our territory).

³² CESNAKOVÁ-MICALCOVÁ, 1967, p. 93.

³³ CESNAKOVÁ-MICALCOVÁ, 2004, p. 63.

The importance of Trnava increased after 1635, when a university was established there under Jesuit administration. This was the only one in Hungary at the time.³⁴ Approximately 180 school plays in Latin were subsequently published by university press in Trnava, and another 119 plays have survived from Skalica. Thanks to these printed texts, ample documentation of Jesuit theatre has been preserved. Trnava, as the main seat of the Jesuit Order, also had its first permanent theatre hall, which was built in 1692 by Palatine Pavol Esterházy (1635–1713). The building boasted beautiful interior furnishings and decorations, which were brought from Venice on the Palatine's orders. In addition to this hall, theatre was also performed in Trnava in the premises of the Marian Seminary, which was founded in 1690.³⁵ A Jesuit theatre scene also developed in Bratislava. The Jesuits arrived there at the invitation of Péter Pázmány (1570–1637), who commissioned the construction of a college for them in 1630. The first record of Jesuit theatre in Bratislava dates to 1628, when Jesuit students performed *Dialógu o predobrazoch sviatosti oltárnej* (Dialogue on the Prefigurations of the Blessed Sacrament) in front of the Franciscan monastery during a Corpus Christi procession. The dialogue was performed in four languages, one of which was Slovak.

Records of Slovak performances, however, are scarce. In Trnava, on the occasion of a Eucharistic procession in 1632, students of the local Catholic gymnasium performed texts in Hungarian, Latin, and Slovak at the various Stations of the Cross. Other surviving reports concern liturgical plays.

For example, in 1648, a performance of *Apollo Coeli redditus, seu S. Stephanus Protomartyr* (Apollo Returned to Heaven, or St. Stephen the Martyr, published in Levoča in 1648) took place in Spišská Kapitula. Later, specifically in Spišská Kapitula and Trenčín, plays in the vernacular—*idiomate vulgari*, or in Slovak—*slavonicae artinculae*, are also documented.³⁶ However, of the many printed theatre programmes for these plays, only one bilingual programme has been preserved, in which Slovak appears alongside Latin. This programme is for the play *Catharina, Gurzianorum Regina* (Catherine, Queen of the Gurzians), performed in Skalica in 1701.

Jesuit theatre primarily staged tragedies and comedies. The themes were mainly biblical, drawn from the life of Christ or from the legends of the saints. Such plays were performed on occasions such as Corpus Christi, Easter, and Christmas. Comedies were mainly presented during Carnival, and were particularly popular among students. Critical and satirical themes drawn from contemporary life typically had a moral lesson concluded with them. The authors of Jesuit plays were usually teachers or senior students, although authorship is rarely documented. Adaptations of pre-existing texts make up a large proportion of the surviving plays. The first known author of Jesuit plays in Slovakia is Juraj Lippay (1600–1666), who organised Passion plays in Trnava in 1627. In addition to him, records of plays by Daniel Mitis (1629–1683), Pavel Alexandri, and Václav Kubíci of Skalica have been preserved, as well as information about František Beniczky (1679–1715), the author of a play about Ján Hunyadi (1705) written for the students of the Trnava gymnasium.³⁷ Jesuit stages also traditionally featured plays based on classical history; for example, in Bratislava, *Paris* (1750), *Alexander in Syria* (about Alexander the Great, 1752), and *Gaius Julius Caesar* (1754) were performed.³⁸

Music, singing, and often dance, were important components of school performances. For Jesuit colleges in the 17th century, music was composed by notable figures, such as the imperial court organist Ferdinand Tobias Richter (1651–1711) and the bassist of the imperial court orchestra in Vienna, Caspar Liedmayr (Liedtmayr, Lindtmayr; 1669–1724). In 1725, a play about Hymenaeus was performed in Trnava, with music composed by Martin František Tallski, choirmaster in Pezinok. Musical numbers were often indicated in dramatic texts by the brief note “*hic accedunt musici*” (“Here the musicians follow”),³⁹ which provides the only information about the musical component and interludes in school theatre. In addition to music, dance elements were incorporated into school theatre, as evidenced by ballet performances by students from the Notre Dame Convent in Bratislava in 1761 and 1764, under the direction of a ballet master from Vienna. A fondness for music—both choral and solo—and for dance became a prerequisite for the emergence of Baroque opera.⁴⁰

The popularity of Jesuit school plays persisted until 1773, when the order was abolished. Among the last performances were the musical drama *Matka Bolestí* (Mother of Sorrows), staged in Bratislava, and a performance in Trnava inspired by contemporary events, depicting the dispute between Trnava and Buda over the University of Trnava.⁴¹

2.2 Piarist School Theatre

During the Baroque period, school plays in Kingdom of Hungary were not performed exclusively by Jesuits, although their influence in this field was the most significant, and most records of school theatre activity concern them. In addition to the Jesuits, other religious orders were also involved in school theatre. One of these was the Piarists, whose aim was not counter-Reformation, but the education of lower-class youth, in accordance with the spirit of their name—the Order of Poor Clerics of the Mother of God of the Pious Schools. The founder of the Order, St. Joseph Calasanz (1557–1648), was initially opposed to theatre in schools, believing it distracted students from their studies. However, this attitude gradually changed, and schools even began teaching playwriting, as evidenced by the work of Lucas Mösch (or Moesch, pseudonym Pater Lucas, religious name Lucas a Sancto Edmundo, 1651–1701), a Piarist from the College in Prievidza. Mösch was not only the author of several plays, but also of the 1693 textbook on poetics, *Vita poetica* (Poetic Life), in which he addressed dramatic forms.⁴² The oldest centre of the Piarists was Podolíneč, which, however, belonged to the Polish province until 1782; as a result, plays were often performed in Polish. Part of the Piarist library collection is preserved in the State Archives in Levoča, including verses intended for recitation by gymnasium students.⁴³ Other important Piarist centres included Prievidza, Brezno, Svätý Jur, and Nitra. The Piarists arrived in Prievidza in 1666, at the invitation of Františka Khuenová-Pálfiová (1610–1672), who brought them to the Bojnice estate with the goal of re-Catholicization. At the local college, plays were performed on various holidays (regularly on Good Friday), and often in honor of the school's founder, Karol Pálfi. This practice was common at other schools as well, where sons of wealthy or noble families frequently studied. Consequently, plays performed in honour of patrons were costly, elaborate, and ostentatious.

³⁴ POLÁKOVÁ, Š.: Divadlo v baroku – Školské hry na uliciach i v kostoloch Bratislavy. In *Historická revue*, Vol. 5, 1994, No. 4, p. 24. ISSN 1335-6550.

³⁵ CESNAKOVÁ-MICHALCOVÁ, 2004, p. 63.

³⁶ CESNAKOVÁ-MICHALCOVÁ, 1997, p. 18.

³⁷ CESNAKOVÁ-MICHALCOVÁ, 1967, p. 96.

³⁸ POLÁKOVÁ, 1994, p. 24.

³⁹ CESNAKOVÁ-MICHALCOVÁ, 2004, p. 63.

⁴⁰ CESNAKOVÁ-MICHALCOVÁ, 1997, p. 21–22.

⁴¹ CESNAKOVÁ-MICHALCOVÁ, 1967, p. 102.

⁴² POLÁKOVÁ, Š.: Z histórie piaristického školského divadla na Slovensku v 17. a 18. storočí. In *Zborník Slovenského národného múzea. História* 52. Bratislava: Obzor, 2000, p. 34.

⁴³ 43 VARŠO, M.: Kresťanské divadlo v začiatkoch a školské hry v minulosti. In *Javisko*, vol. 47, 2015, no. 3, p. 10. ISBN 978-80-972693-9-5

In addition to celebratory plays, the Piarists, like the Jesuits, favoured dramas—mainly with historical themes—while comedies were performed during Carnival celebrations. The authors of these works were primarily the Piarists themselves, who taught at the schools.

In 1685, in his will, the Bishop of Nitra and Archbishop of Esztergom, Juraj Selepčeni-Pohronec (1595–1685),⁴⁴ bequeathed his property to the Piarists on the condition that they establish a school in Svätý Jur. The first two performances at the school, opened in 1687, were *De Passione Domini* (On the Passion of the Lord) on Good Friday, 20 March 1693, and *Corporis Christi de mysterio* (On the Mystery of the Body of Christ) on 24 May 1693. Both performances were staged in Slovak. As a large part of the population of Svätý Jur was Protestant, conditions for the educational activities of the Piarist school theatre were challenging. The Piarists focused primarily on teaching, and theatrical performances were organized only occasionally.⁴⁵

One of the most important Piarist centres was Nitra. The Piarist College in Nitra was founded in 1701 by the Bishop of Nitra, Ladislav Maťašovský (1643–1705). Many students from noble families were drawn to the gymnasium in Nitra, which was among the most sought-after educational institutions. Among its supporters and patrons, Anton Grasalkovič (1694–1771) is noteworthy; he studied at the school and supported it even before becoming a Baron. In terms of theatrical activity and stage resources, no other college in Nitra could rival it. The Piarists had been performing theatre in Nitra since 1705, as indicated by records of expenditures on decorations. The repertoire included celebratory and historical plays about foreign saints, princes, and kings.⁴⁶ Authors and adapters of the plays included Ján Kubrány, Vavrínek Hromka, Augustín Bielický, and others. The Piarists sought to engage contemporary audiences as fully as possible, often writing in the vernacular, incorporating comic elements, and themes from everyday life, while avoiding romantic motifs. Between 1705 and 1772, they staged almost 200 plays in Nitra—the highest number in the entire Kingdom of Hungary.⁴⁷

2.3 Franciscan School Theatre

Information on Franciscan school theatre is very limited, as no dedicated research has yet been conducted on this topic. Consequently, we lack detailed accounts of theatrical activities within Franciscan schools. The Franciscans arrived in the territory shortly after the death of the Order's founder, St. Francis of Assisi (?–1226), establishing communities in Trnava, Nitra, and Bratislava. Later, they also settled in other locations, such as Okoličné, Slovenská Lupča, and Čachtice. One of the few pieces of information about Franciscan theatre from this period comes from 1763. On Good Friday that year, Franciscan Father Anton Vančo organised a procession through the town of Skalica, in which students from the Jesuit gymnasium performed and recited texts in the vernacular.⁴⁸

Most available information concerning Franciscan theatre relates to Franciscan playwrights of a later period. One notable figure is Bonifác Ďurikovič (1807–1870), who authored the *Christmas play*

Vianoce, t. j. Svätoradostné vyobrazenie Narodenia P. Ježiša Krista... (Christmas, i.e., The Holy Depiction of the Birth of Jesus Christ...) in 1856, and the carnival farce *Triumviát, alebo Traja ako jeden* (Triumvirate, or Three as One) in 1862. Given the Franciscans' engagement in schools and gymnasiums, and their positive attitude toward theatre, it can be reasonably assumed that they also conducted theatrical activities on school grounds. This subject, nevertheless, remains largely unexplored and represents a promising avenue for future independent research.

3. CONCLUSION

With the advent of the Enlightenment, new ideas and progressive efforts began to influence the social structure, including education and upbringing, which ceased to be the exclusive domain of the Church. The state increasingly regulated not only economic life, but also social and cultural life, with the aim of providing education to those who had previously lacked access. During the period of Maria Theresa's school reform (1717–1780), which began in the more advanced Austrian provinces and reached Hungary in 1777, school plays were already considered outdated, and their popularity was gradually declining. The official ban on school plays in 1794 was the final outcome of a process that had already begun even with the shift away from Latin and biblical themes. The gradual transition of school plays from Latin to the vernacular, and the writing of dialogues in Slovakized Czech, contributed significantly to the development of theatre culture in Slovakia. Although school plays continued to exist in Slovakia until the 1830s, in many cases, they had already merged with amateur theatre. Over time, people gradually replaced school plays with secular theatrical performances and dramatic genres that Classicism introduced.⁴⁹

Sources

1. Cesnaková-Michalcová, M. (1957) Divadlo ako súčasť výchovného systému J. A. Komenského a jeho ohlas na slovenských školách. In *Slovenské divadlo*, vol. 5, No. 4 and No. 5. p. 256 – 264, p. 325 – 345, ISSN 0037-699X.
2. Cesnaková-Michalcová, M. (1967). *Kapitoly z dejín slovenského divadla*. Bratislava: Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, 590 p. 71-081-66.
3. Cesnaková-Michalcová, M. (1997) *Z divadelných počiatkov na Slovensku*. [Collection of Essays]. Bratislava: Národné divadelné centrum, 180 p. ISBN 80-85455-29-3.
4. Cesnaková-Michalcová, M. (2004) *Z divadelnej minulosti na Slovensku*. Bratislava: Divadelný ústav, 260 p. ISBN 80-88987-57-1.
5. Cipro, M. (1984) *Průvodce dějinami výchovy*. Praha: Panorama, 579 p. 11-088-84.
6. Encyklopedie Beliana. [online]. ISBN 978-80-89524-30-3. Available at: <https://beliana.sav.sk/heslo/justovci> [cit. 2025-07-07].
7. Gregor, V. – Sedlický, T. (1990) *Dějiny hudební výchovy v českých zemích a na Slovensku*. 2. edition. Praha: Supraphon, 288 p. ISBN 80-7058-131.
8. Kopas, L. (2018) Činoherné divadlo do roku 1830. In *Dejiny slovenského divadla I*. Bratislava: Divadelný ústav, 731 p. ISBN: 978-80-8190-039-6.
9. Minárik, J. (1984) *Baroková literatúra svetová, česká, slovenská*. Bratislava: SPN, 388 p.
10. Poláková, Š. (1994) Divadlo v baroku – Školské hry na uliciach i v kostoloch Bratislavy. In *Historická revue*, vol. 5, No. 4, p. 24. ISSN 1335-6550.

⁴⁴ During his studies in Rome, Juraj Selepčeni-Pohronec met the founder of the Piarist Order, St. Joseph Calasanz, and decided to support the establishment of the order in Kingdom of Hungary.

⁴⁵ POLÁKOVÁ, 2000, p. 36.

⁴⁶ Interestingly, the Piarists' repertoire in Nitra did not include themes from the lives of local saints and princes, such as St. Cyril and St. Methodius, Svätopluk and Pribina.

⁴⁷ POLÁKOVÁ, 2000, p. 37.

⁴⁸ TRNAVSKÝ, L.: Františkáni v slovenskom divadle. [online]. In *Javisko*. Bratislava: Obzor, Vol. 25, 1993, No. 6, p. 42. Available at: <https://dikda.snk.sk/uuid/uuid:a81e9a80-dc02-4b98-abdf-baf3bc57c8f1>

⁴⁹ KOPAS, 2018, p. 40.

11. Poláková, Š. (2000) Z histórie piaristického školského divadla na Slovensku v 17. a 18. storočí. [online]. In *Zborník Slovenského národného múzea. História* 52. Bratislava: Obzor, p. 31 – 45. ISSN 0139-5378. Available at: <https://dikda.snk.sk/uuid/uuid:374b5879-97d4-40b8-a25e-18b412680203> [cit. 2025-06-30]
12. Pšenák, J. (2005) Ján Amos Komenský, tvorca školských divadelných hier. [online]. In *Paedagogica*. [Proceedings of the Faculty of Arts, Comenius University]. Bratislava: UK, vol. 17. p. 127 – 138. Available at: https://fphil.uniba.sk/fileadmin/fif/katedry_pracoviska/kped/projekty/Archiv_Paedagogica/17_-8.pdf [cit. 2025-07-04]
13. Trnavský, L. (1993) Františkáni v slovenskom divadle In *Javisko*, vol. 25, No. 6. p. 41 – 42. ISSN 0323-2883. Available at: <https://dikda.snk.sk/uuid/uuid:a81e9a80-dc02-4b98-abdf-baf3bc57c8f1> [cit. 2025-07-03]
14. Varšo, M. a kol. (2017) Pallas Scepusiensis. Školské hry Jezuitského gymnázia v Spišskej Kapitule (1648 – 1672). [online]. Košice: Centrum spoločenských a psychologických vied SAV, 239 p. ISBN 978-80-972693-9-5 Available at: https://www.academia.edu/37943035/Pallas_Scepusiensis_%C5%A0kolsk%C3%A9_hry_Jezuitsk%C3%A9_gymn%C3%A1zia_v_Spi%C5%A1skej_Kapitule_1648_1672_Pallas_Scepusiensis_School_Dramas_of_Jesuit_College_in_Spi%C5%A1_Canony_1648_1672 [cit. 2025-07-02]
15. Varšo, M. (2015) Kresťanské divadlo v začiatkoch a školské hry v minulosti. In *Javisko*, vol. 47, No. 3. p. 8 – 11. ISSN 0323-2883.

Prejavy technologickej interferencie a pôsobenie digitálnych médií v kontexte vzdelávania

Vladimíra Hladíková¹

¹Fakulta masmediálnej komunikácie, Univerzita sv. Cyrila a Metoda v Trnave, Námestie J. Herdu, 917 01 Trnava, Slovenská republika; email: vladimira.hladikova@ucm.sk

Grant: KEGA 025UCM-4/2023

Název grantu: Riziká a príležitosti (online) vzdelávania v čase technologickej interferencie

Oborové zamčrenie: AM - Pedagogika a školství

Financované EÚ NextGenerationEU prostredníctvom Plánu obnovy a odolnosti SR v rámci projektu č. 09103-03-V04-00370

© GRANT Journal, MAGNANIMITAS Assn.

Abstrakt Cieľom vedeckej štúdie je identifikovať a preskúmať prejavy technologickej interferencie v procese učenia a poukázať na ich súvislosti s pozornosťou, vnímanou efektivitou učenia a stratégiami regulácie digitálneho správania u študentov vysokých škôl. Štúdia vychádza z predpokladu, že učenie sa v súčasnosti neodohráva v technologicky neutrálnom prostredí, ale v kontexte technologickej saturácie a neustálej digitálnej dostupnosti. Empirický prieskum bol realizovaný prostredníctvom kvantitatívnej prieskumnej stratégie. Prieskumnú vzorku tvorili študenti slovenských a českých vysokých škôl (N = 435). Ako výskumný nástroj bol použitý dotazník vlastnej konštrukcie, ktorý mapoval prejavy technologickej interferencie počas učenia, subjektívne vnímanie pozornosti a efektivity učenia, ako aj stratégie eliminácie digitálneho rozptýlenia. Výsledky poukazujú na vysokú mieru technologickej interferencie v procese učenia, ktorá sa prejavuje najmä prostredníctvom častého preskakovania medzi učebnými aktivitami a online obsahom, narušenia myšlienkového toku a sťaženej návratu k učeniu po digitálnom prerušení. Zistenia naznačujú, že technologická interferencia predstavuje stabilnú súčasť vzdelávacej skúsenosti v digitálnom prostredí a jej regulácia je úzko spätá so schopnosťou digitálnej sebaregulácie. Štúdia poukazuje na potrebu cielenej podpory digitálneho wellbeingu a rozvoja kompetencií umožňujúcich udržateľné učenie v podmienkach permanentnej online konektivity.

Kľúčová slova online konektivita, technologická interferencia, vzdelávanie, vysokoškolskí študenti, prieskum, pozornosť, regulácia digitálneho správania

1. ÚVOD

Vzdelávanie v súčasnosti prebieha v prostredí, ktoré je zásadne formované permanentnou online konektivitou. Digitálne technológie už nepredstavujú len nástroje podporujúce vzdelávacie procesy alebo osobitný formát online výučby, ale stali sa prirodzenou súčasťou každodenného fungovania jednotlivcov. Učenie sa tak odohráva v prostredí neustálej dostupnosti informácií, komunikačných kanálov a digitálnych podnetov, ktoré významne ovplyvňujú spôsob spracovania informácií, reguláciu pozornosti a subjektívne prežívanie učenia.

Tento stav presahuje rámec formálneho online vzdelávania a týka sa vzdelávacieho procesu ako takého, bez ohľadu na jeho organizačnú či technickú podobu. Aj v prezenčnom vzdelávaní sú študenti vystavení digitálnemu prostrediu prostredníctvom mobilných zariadení, notifikácií a paralelných online aktivít, ktoré vstupujú do edukačnej praxe. Vzdelávanie sa tak realizuje v mediálnom prostredí charakteristickým vysokou mierou simultánnosti, fragmentácie a kognitívnej konkurencie medzi vzdelávacími a nevzdelávacími podnetmi.

Z tohto pohľadu nemožno vplyv digitálnych technológií na učenie redukovať len na otázku technickej formy výučby. Kľúčovým faktorom sa stáva spôsob, akým permanentná online prítomnosť mení podmienky učenia, zvyšuje nároky na sebareguláciu a ovplyvňuje schopnosť udržiavať pozornosť. Práve v tomto kontexte nadobúda význam koncept technologickej interferencie, resp. technoferencie, ktorý umožňuje analyzovať, ako digitálne prostredie systematicky vstupuje do vzdelávacích procesov.

2. CIEĽ A METODIKA

Cieľom vedeckej štúdie je identifikovať a preskúmať prejavy technologickej interferencie v procese učenia v podmienkach permanentnej online konektivity a poukázať na ich súvislosti s pozornosťou a vnímanou efektivitou učenia u vysokoškolských študentov. Prieskum vychádza z predpokladu, že technologická interferencia je charakteristickým znakom digitálneho prostredia, v ktorom sa vzdelávanie realizuje, a významne formuje subjektívnu vzdelávaciu skúsenosť študentov.

Štúdia sa nezameriava výlučne na online formy vzdelávania, ale reflektuje širší kontext učenia v digitálnom prostredí, kde sú študenti vystavení neustálej online dostupnosti, digitálnym podnetom a technologickej saturácii. Pozornosť je pritom venovaná najmä frekvencii a formám technologickej interferencie a ich vzťahu k subjektívne vnímaným aspektom učenia.

Vzhľadom na deskriptívno-exploračný charakter prieskumu a zámer zachytiť aktuálny stav a subjektívne vnímanie skúmaných javov neboli formulované prieskumné hypotézy. Namiesto toho boli stanovené prieskumné otázky, ktoré umožňujú podrobnejšiu analýzu

a deskripciu skúmanej problematiky bez apriórnych predpokladov o smerovaní vzťahov medzi premennými.

Formulované boli nasledujúce prieskumné otázky:

PO1: Aké sú prejavy technologickej interferencie v procese učenia u vysokoškolských študentov v podmienkach permanentnej online konektivity?

PO2: Aká aplikácia respondentov počas učenia najčastejšie vyrušuje?

PO3: Aké stratégie na elimináciu rozptýlenia technológiami respondenti využívajú?

Prieskumné otázky vytvárajú rámec pre kvantitatívne spracovanie dát a umožňujú prepojiť teoretické východiská štúdie s empirickými zisteniami. Prieskum bol realizovaný ako kvantitatívne deskriptívno-exploračné dotazníkové zisťovanie, ktorého cieľom bolo zachytiť aktuálny stav a prejavy technologickej interferencie v procese učenia a preskúmať jej súvislosti s pozornosťou a vnímanou efektivitou učenia. Zvolená prieskumná stratégia umožňuje mapovať subjektívne hodnotenie skúmaných javov a identifikovať základné vzťahy medzi vybranými premennými v kontexte digitálneho vzdelávacieho prostredia.

Prieskumnú vzorku tvorili študenti slovenských a českých vysokých škôl, ktorí sa v rámci svojho štúdia pravidelne stretávajú s využívaním digitálnych technológií v procese učenia. Zber dát prebiehal v poslednom kvartáli roka 2025 prostredníctvom online dotazníka. Účasť respondentov bola anonymná a dobrovoľná.

Ako prieskumný nástroj bol použitý dotazník vlastnej konštrukcie, ktorý bol vytvorený s cieľom zachytiť prejavy technologickej interferencie, pozornosti a vnímanej efektivity učenia v podmienkach permanentnej online konektivity. Dotazník obsahoval viacero typov položiek – uzavreté otázky, poloopené a otvorené otázky, položky s možnosťou výberu viacerých odpovedí, ako aj položky hodnotené prostredníctvom Likertových škál.

Jednotlivé otázky boli zamerané na frekvenciu používania digitálnych zariadení počas učenia, výskyt technologickej prerušenia (napr. notifikácie, mediálny multitasking, prokrastinácia, paralelné digitálne aktivity), subjektívne vnímanie schopnosti sústrediť sa a hodnotenie efektivity učenia v digitálnom prostredí. Konštrukcia dotazníka vychádzala z teoretických východísk štúdie a reflektovala každodennú skúsenosť študentov s učením v podmienkach neustálej online konektivity.

Získané dáta boli spracované pomocou deskriptívnych štatistických metód a interpretované v kontexte vzťahov medzi sledovanými premennými. V rámci analýzy boli najskôr vyhodnotené základné deskriptívne charakteristiky sledovaných premenných, následne boli skúmané vzťahy medzi technologicou interferenciou, pozornosťou a vnímanou efektivitou učenia. Vzhľadom na rozsah získaného dátového súboru sú v tejto štúdii prezentované iba vybrané výsledky, ktoré priamo súvisia s formulovanými prieskumnými otázkami a tematickým zameraním príspevku. Výsledky sú prezentované prostredníctvom tabuliek a grafov s cieľom zabezpečiť ich prehľadnosť a zrozumiteľnosť.

3. VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pojem technologickej interferencie označuje situácie, v ktorých prítomnosť a používanie digitálnych technológií narúšajú prebiehajúce aktivity jednotlivca. Hoci bol tento koncept pôvodne využívaný najmä v oblasti medziľudských vzťahov a pracovného prostredia, v kontexte vzdelávania nadobúda osobitný význam. Učenie je proces výrazne závislý od kontinuity pozornosti,

kognitívneho sústredenia a schopnosti hlbokého spracovania informácií, ktoré sú technologickou interferenciou systematicky narúšané (McDaniel & Coyne, 2016; McDaniel et al., 2021).

Jedným z charakteristických znakov súčasného digitálneho prostredia je technologická saturácia, teda stav, v ktorom sú jednotlivci vystavení vysokému množstvu digitálnych podnetov v priebehu celého dňa. Vzdelávanie sa v tomto kontexte neodohráva v oddelenom priestore vyhradenom výlučne na učenie, ale je integrované do každodenného digitálneho života, v ktorom sa prelínajú vzdelávacie, sociálne, pracovné a voľnočasové aktivity.

Technologická saturácia mení samotnú štruktúru učebného procesu. Učenie prestáva byť lineárnym procesom s jasne vymedzeným začiatkom a koncom a nadobúda charakter fragmentovaného a opakovane prerušovaného procesu. Digitálne technológie sa v tomto prostredí nestávajú len nástrojmi učenia, ale aj jeho konkurentmi. Vzdelávací obsah súperí o pozornosť s inými formami digitálnej komunikácie a zábavy, ktoré sú často navrhnuté tak, aby maximalizovali angažovanosť a poskytovali okamžitú spätnú väzbu. Z tohto pohľadu možno technoferenciu chápať nie ako individuálne zlyhanie disciplíny, ale ako štrukturálnu charakteristiku digitálneho prostredia, v ktorom sa vzdelávanie realizuje. Ide o jav, ktorý systematicky ovplyvňuje spôsob, akým jednotlivci pristupujú k učeniu a regulujú svoju pozornosť.

Pozornosť predstavuje jeden zo základných kognitívnych predpokladov učenia. Ide o limitovaný zdroj, ktorého efektívne využívanie je nevyhnutné pre porozumenie, zapamätanie a integráciu nových informácií. Kognitívno-psychologické výskumy dlhodobo poukazujú na to, že multitasking nepredstavuje paralelné spracovanie viacerých úloh, ale rýchle prepínanie pozornosti medzi jednotlivými aktivitami, čo je spojené so zvýšenou kognitívnu záťažou (Carr, 2010; Greenfield, 2016).

Digitálne prostredie permanentnej online konektivity vytvára podmienky, v ktorých je multitasking nielen možný, ale často aj implicitne podporovaný. Opakované prerušovanie učebnej činnosti digitálnymi stimulmi vedie k fragmentácii pozornosti, mentálnej únavy a oslabeniu schopnosti hlbokého spracovania učiva. Technologická interferencia tak zasahuje do základných mechanizmov učenia a ovplyvňuje nielen výkon, ale aj subjektívne vnímanie schopnosti sústrediť sa.

Dlhodobé vystavenie digitálnemu rozptýleniu môže zároveň podnecovať prokrastinačné správanie a oslabovať motiváciu k učeniu, čo sa následne premieta do hodnotenia vzdelávacej skúsenosti ako menej efektívnej.

Vzdelávanie v digitálnom prostredí kladie zvýšené nároky na sebareguláciu a schopnosť vedome riadiť vlastné správanie. Sebaregulácia zahŕňa plánovanie učenia, stanovovanie cieľov, kontrolu impulzívnych reakcií a schopnosť obmedzovať rušivé podnety. V prostredí permanentnej online konektivity sa tieto schopnosti stávajú rozhodujúcim faktorom kvality učenia (Stránský, 2024).

Technoferencia v tomto kontexte predstavuje prejav spôsobu, akým jednotlivci interagujú s digitálnymi technológiami. Časté technologické prerušenia môžu signalizovať narušenú reguláciu digitálneho správania, ktorá sa premieta do zvýšenej mentálnej záťaže a zníženej kvality učenia. Tento aspekt prepája technoferenciu s konceptom digitálneho well-beingu, ktorý zdôrazňuje potrebu udržateľného a vedomého používania technológií (Velzeboer, 2025).

Z pohľadu mediálnej ekológie možno digitálne prostredie chápať ako prostredie nadbytku stimulov, v ktorom pozornosť predstavuje vzácny a limitovaný zdroj. Technoferencia v tomto prostredí oslabuje schopnosť udržiavať dlhodobé kognitívne sústredenie a zvyšuje riziko povrchového spracovania informácií.

V súčasnej digitálnej spoločnosti nadobúda pozornosť charakter vzácného zdroja, o ktorý medzi sebou súperia rôzne aktivity, platformy a formy obsahu. Digitálne médiá sú čoraz častejšie koncipované v súlade s princípmi tzv. attention economy, v rámci ktorej je pozornosť jednotlivca chápaná ako komodita, ktorú je možné získavať, udržiavať a monetizovať. Tento prístup sa výrazne premieta do dizajnu digitálnych platforiem, aplikácií a komunikačných nástrojov, ktoré sú optimalizované na maximalizáciu angažovanosti a času stráveného online (Citton, 2016).

Vzdelávanie sa v tomto kontexte dostáva do priamej konkurencie s digitálnym obsahom, ktorý je vytváraný s cieľom okamžite upútať a udržať pozornosť prostredníctvom rýchlych stimulov, vizuálnej atraktivity a častej spätnej väzby. Na rozdiel od toho učenie predpokladá dlhodobejšie sústredenie, schopnosť pracovať s odloženou odmenou a tolerovať istú mieru monotónnosti a kognitívneho úsilia. Tento rozpor vytvára štrukturálne napätie medzi požiadavkami vzdelávacieho procesu a logikou digitálneho prostredia.

Z behaviorálneho hľadiska zohráva v tomto procese významnú úlohu systém odmeňovania založený na uvoľňovaní dopamínu, ktorý podporuje vyhľadávanie novosti a okamžitých stimulov. Digitálne technológie tento mechanizmus systematicky využívajú prostredníctvom notifikácií, nekonečného scrollovania či algoritmicky odporúčaného obsahu. V porovnaní s tým je učenie aktivitou, ktorej odmeny sú oneskorené a menej predvídateľné, čo môže znižovať jeho subjektívnu atraktivitu v digitálnom prostredí (Ward et al., 2017; Hari, 2023).

Technoferencia sa v tomto kontexte javí ako prirodzený dôsledok stretu dvoch odlišných logík – logiky učenia a logiky digitálnej stimulácie. Technologická interferencia nevzniká len ako dôsledok individuálneho zlyhania sebadisciplíny, ale ako výsledok prostredia, ktoré systematicky uprednostňuje okamžitú pozornosť pred dlhodobým kognitívnym zapojením. Tento stav má priamy vplyv na schopnosť udržiavať sústredenie, regulovať digitálne správanie a vnímať učenie jako efektívne a zmysluplné.

Zahrnutie perspektívy ekonomiky pozornosti umožňuje rozšíriť chápanie technoferencie nad rámec individuálnych charakteristík a posunúť analýzu k širším štrukturálnym podmienkam digitálneho prostredia. Vzdelávanie sa tak javí ako proces, ktorý je v permanentnej interakcii s mediálnym ekosystémom orientovaným na pozornosť, čo má zásadné dôsledky pre kvalitu učenia aj subjektívne prežívanie vzdelávacej skúsenosti.

Významným aspektom vzdelávania v digitálnom prostredí je aj otázka temporality. Tradičné formy vzdelávania sú charakteristické stabilnejším rytmom, ktorý podporuje plynulosť učenia a umožňuje dlhšie obdobia sústredenia. Digitálne prostredie tento rytmus narúša prostredníctvom častých prerušení a fragmentácie času, čo môže negatívne ovplyvňovať kvalitu učenia aj subjektívne hodnotenie jeho efektivity. Dôležitým faktorom je aj vnímaná efektivita učenia, ktorá predstavuje subjektívne hodnotenie toho, do akej miery jednotlivci považujú proces učenia za úspešný, zmysluplný a prínosný. Neodráža len dosiahnuté výsledky, ale aj kvalitu učebného procesu, mieru porozumenia, schopnosť udržať pozornosť a pocit kontroly nad učením. Technologická interferencia tak neovplyvňuje len okamžitý výkon, ale aj dlhodobejšie postoje k učeniu. Ak je

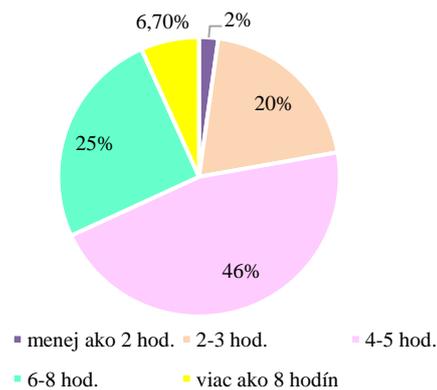
učenie dlhodobo sprevádzané rozptýlením, mentálnou únavou a pocitom neefektívnosti, môže to viesť k oslabeniu motivácie a k negatívnemu hodnoteniu vzdelávania ako takého (Kass, 2024).

Reflexia technoferencie v kontexte vzdelávania má preto aj normatívny rozmer. Nejde len o opis existujúceho stavu, ale o identifikáciu faktorov, ktoré môžu ohrozovať kvalitu a udržateľnosť učenia v digitálnom prostredí. Výskum technoferencie tak vytvára východisko pre širšiu diskusiu o tom, ako nastaviť digitálne prostredie a vzdelávacie stratégie tak, aby podporovali dlhodobé, zmysluplné a udržateľné učenie.

Výsledky empirického prieskumu

Táto časť vedeckej štúdie prezentuje vybrané výsledky kvantitatívneho dotazníkového zisťovania zameraného na prejavy technologickej interferencie v procese učenia, pozornosti a vnímanej efektivity učenia. Prieskumu sa zúčastnilo celkovo 435 študentov a študentiek slovenských a českých vysokých škôl vo veku 17-26 rokov, pričom 67,4% prieskumnej vzorky tvorili ženy. Vzhľadom na rozsah získaného dátového súboru sú ďalej uvedené iba tie výsledky, ktoré priamo súvisia s cieľom prieskumu a formulovanými prieskumnými otázkami, pričom osobitná pozornosť je venovaná aj niektorým zaujímavým a interpretačne podnetným zisteniam.

Digitálna záťaž a technologická saturácia



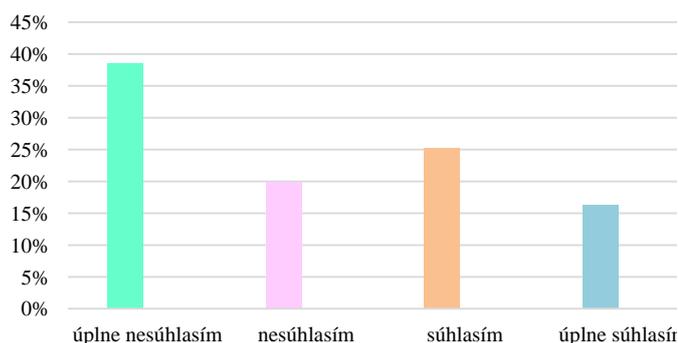
Graf 1: Priemerný denný screen-time

Zdroj: vlastné spracovanie, 2025

Jedným zo základných indikátorov technologickej saturácie je priemerný denný screen-time na mobilnom zariadení. Výsledky ukazujú, že prevažná väčšina respondentov (približne 77 %) uvádza denný screen-time 4 hodiny a viac, pričom takmer tretina respondentov (cca 32 %) trávi na mobile 6-8 hodín denne alebo viac. Naopak, len zanedbateľná časť študentov (približne 2 %) deklaruje screen-time kratší než 2 hodiny denne.

Tieto zistenia potvrdzujú, že digitálne technológie predstavujú neoddeliteľnú a intenzívnu súčasť každodenného fungovania študentov. Učenie sa tak odohráva v prostredí technologickej saturácie, kde je neustála online prítomnosť bežným štandardom, nie výnimočným stavom.

Prejavy technologickej interferencie počas učenia

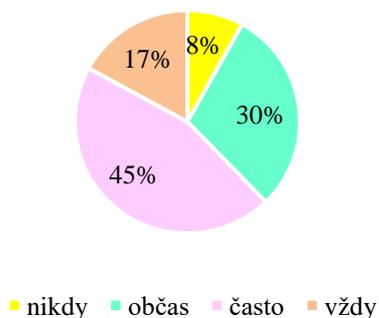


Graf 2: Multitasking a pozornosť
Zdroj: vlastné spracovanie, 2025

Významným prejavom technologickej interferencie je mediálny multitasking. Respondenti hodnotili nasledovné tvrdenie: „Mám pocit, že mediálny multitasking mi pomáha udržať pri učení pozornosť (napr. počúvanie hudby počas učenia, v pozadí mať pustené video...)“.

Výsledky ukazujú, že takmer 60 % respondentov s týmto tvrdením úplne nesúhlasí alebo skôr nesúhlasí. Približne 16 % opýtaných s daným výrokom úplne súhlasí, zvyšok respondentov zvolil neutrálne hodnotenie. Tento výsledok naznačuje, že hoci je mediálny multitasking počas učenia rozšírený, študenti ho vo väčšine prípadov nevnímajú ako efektívnu stratégiu podpory sústredenia.

Preskakovanie medzi učebnou úlohou a online obsahom



Graf 3: Preskakovanie medzi učebnou úlohou a online obsahom
Zdroj: vlastné spracovanie, 2025

Ďalším sledovaným aspektom technologickej interferencie bolo preskakovanie medzi učebnou úlohou a online obsahom. Respondenti mali prostredníctvom Likertovej škály vyjadriť súhlas/nesúhlas s nasledovným tvrdením: „Počas učenia preskakujem medzi učebnou úlohou a online obsahom.“ Až približne 91 % respondentov uviedlo, že sa počas učenia niekedy alebo často / vždy pristihnú pri tom, že preskakujú medzi učením a online aktivitami. Len minimálny počet respondentov deklaroval, že sa s týmto správaním stretáva zriedkavo.

Tento výsledok poukazuje na fragmentáciu učebného procesu a potvrdzuje, že technologickej interferencie má charakter opakovaného a systematického narušenia kontinuity učenia.

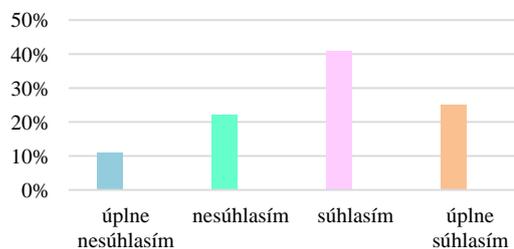
Technologická interferencia a narušenie myšlienkového toku (flow)



Graf 4: Narušenie myšlienkového toku prostredníctvom smartfónov
Zdroj: vlastné spracovanie, 2025

Respondenti boli zároveň požiadaní, aby zhodnotili, do akej miery im používanie mobilu počas učenia narušuje myšlienkový tok (flow). Viac ako polovica opýtaných uviedla, že používanie mobilu im narušuje sústredenie stredne až veľmi výrazne, pričom výrazné narušenie deklarovalo približne 10 % respondentov. Viac ako 40 % študentov však potvrdzuje, že istý typ narušenia koncentrácie a myšlienkového toku je v dôsledku používania smartfónu prítomný. Tieto zistenia poukazujú na to, že technologickej interferencie nepredstavuje len krátkodobé rozptýlenie, ale zasahuje do hlbších kognitívnych procesov spojených s plynulým a sústredeným učením.

Návrat k učeniu po digitálnom prerušení



Graf 5: Spätne sústredenie na učivo po použití digitálnych médií
Zdroj: vlastné spracovanie, 2025

Výsledky týkajúce sa schopnosti vrátiť sa k učeniu po digitálnom prerušení sú obzvlášť výrazné. Viac než 65 % respondentov uviedlo, že po dlhšom používaní digitálnych médií sa im ťažšie sústreďuje späť na učivo alebo úlohy. Len malá časť študentov (11 %) deklarovala, že digitálne prerušenia nemajú výraznejší vplyv na ich schopnosť znovu sa sústrediť.

Tento výsledok podporuje predpoklad, že technologickej interferencie má kumulatívny charakter a jej dôsledky sa neobmedzujú len na samotný moment prerušenia.

Zaujímavým doplnkovým zistením je výskyt pocitov viny spojených s používaním mobilu počas učenia. Približne 77 % respondentov uviedlo, že sa niekedy alebo veľmi často cítia previniť z množstva času, ktorý počas učenia venujú mobilu alebo prescrollujú na sociálnych sieťach. Tento výsledok poukazuje na určitú mieru reflexivity študentov vo vzťahu k vlastnému digitálnemu správaniu a naznačuje vnútorné napätie medzi požiadavkami učenia a digitálnymi návykmi.

Rušivé aplikácie počas učenia

V rámci prieskumu bola pozornosť venovaná aj identifikácii konkrétnych digitálnych aplikácií, ktoré respondenti vnímajú ako najčastejší zdroj rozptýlenia počas učenia. Respondenti mali možnosť označiť viacero odpovedí, čím sa reflektovala reálna skúsenosť s paralelným používaním rôznych digitálnych platforiem.

Výsledky ukazujú, že najvýraznejším zdrojom rozptýlenia sú sociálne siete, pričom respondenti najčastejšie uvádzali aplikácie ako Instagram, Facebook a TikTok. Tieto platformy sú charakteristické vysokou mierou vizuálnej stimulácie, algoritmicky odporúčaným obsahom a neustálym prísunom nových podnetov, čo zvyšuje riziko opakovaného presmerovania pozornosti počas učenia. Významnú mieru rušivého potenciálu mali aj komunikačné aplikácie, najmä Messenger a WhatsApp. Ich rušivosť respondenti spájali predovšetkým s notifikáciami a očakávaním okamžitej reakcie, čo narušuje kontinuitu učenia a podporuje fragmentáciu pozornosti.

Naopak, aplikácie primárne určené na štúdium alebo vyhľadávanie informácií (napr. vzdelávacie platformy, prehliadače) boli respondentmi označované ako menej rušivé. Tieto zistenia naznačujú, že technologická interferencia nie je spojená so samotným používaním digitálnych technológií, ale najmä s typom aplikácií a ich dizajnom orientovaným na maximalizáciu angažovanosti.

Výsledky potvrdzujú, že technologická interferencia má konkrétnu podobu a je úzko spätá s charakterom digitálneho obsahu, ktorý počas učenia konkuruje vzdelávacím aktivitám o pozornosť študentov.

Stratégie eliminácie technologického rozptýlenia počas učenia

Súčasťou prieskumu bolo aj zisťovanie, aké stratégie respondenti využívajú na elimináciu rozptýlenia spôsobeného digitálnymi technológiami počas učenia. Respondenti opäť mali možnosť zvoliť viacero odpovedí, čo umožnilo zachytiť kombináciu používaných stratégií.

Výsledky ukazujú, že respondenti pri učení využívajú viaceré stratégie na obmedzenie technologického rozptýlenia, pričom ide predovšetkým o kombináciu behaviorálnych a technických postupov. Najčastejšie uvádzanou stratégiou sú plánované prestávky, ktoré využíva 48,9 % respondentov. Takmer rovnaký podiel respondentov uviedol, že používa režim „nerušiť“ alebo lietadlový režim (47,4 %). Významná časť respondentov deklarovala aj vypínanie notifikácií (43,7 %) a odkladanie mobilného zariadenia mimo dosahu počas učenia (41,5 %). Relatívne často respondenti využívajú aj organizačné stratégie, ako je tvorba zoznamu úloh alebo plánovanie dňa (37,8 %). Práca s hudbou ako podporným prvkom sústredenia bola uvedená 26,7 % respondentov, ktorí deklarovali, že hudba im pri učení pomáha sústrediť sa. Menej rozšírené sú technicky orientované riešenia, ako napríklad časovač alebo Pomodoro technika (14,8 %) a aplikácie na blokovanie rozptyľujúcich stránok (8,1 %). Len malá časť respondentov uviedla, že sa učí v prostredí bez technológií, napríklad v knižnici (6,7 %). Zároveň 5,9 % respondentov uviedlo, že nevyužíva žiadnu zo spomenutých stratégií, resp. že sa problematikou vedome nezaobrá.

Pri výbere jednej najúčinnnejšej stratégie respondenti najčastejšie uvádzali odstránenie mobilného zariadenia z bezprostrednej blízkosti, ktoré označilo 26,7 % respondentov. Druhou najčastejšou odpoveďou bola hudba, ticho alebo špeciálne učebné prostredie, ktorú uviedlo 19,3 % respondentov. Približne rovnaký podiel opýtaných (17,0 %) označil ako najefektívnejšiu stratégiu krátke

plánované prestávky a vypnutie notifikácií. Menej často boli uvádzané Pomodoro technika alebo iný časový systém (7,4 %), úplné odpojenie sa do offline režimu (5,9 %) a učenie sa na inom mieste než doma (4,4 %). Len 2,2 % respondentov uviedlo, že im pri snahe o sústredenie nefunguje žiadna zo stratégií, čo naznačuje, že väčšina respondentov disponuje aspoň jedným postupom, ktorý považuje za efektívny.

3.1 Vyhodnotenie prieskumných otázok

Cieľom vedeckej štúdie bolo preskúmať prejavy technologickej interferencie v procese učenia v podmienkach permanentnej online konektivity a identifikovať ich súvislosti s pozornosťou, subjektívne vnímanou efektívnosťou učenia a stratégiami regulácie digitálneho správania. Prezentované výsledky umožňujú formulované prieskumné otázky nielen deskriptívne zodpovedať, ale aj interpretovať v širšom kontexte digitálneho vzdelávacieho prostredia.

PO1: *Aké sú prejavy technologickej interferencie v procese učenia u vysokoškolských študentov v podmienkach permanentnej online konektivity?*

Výsledky jasne ukazujú, že technologická interferencia je v procese učenia vysokoškolských študentov výrazne prítomná a má systematický charakter. Prejavuje sa najmä prostredníctvom vysokého denného screen-time-u, častého preskakovania medzi učebnými aktivitami a online obsahom, ako aj narušenia myšlienkového toku a sťaženého návratu k učeniu po digitálnom prerušení. Technologickú interferenciu teda nemožno chápať ako ojedinelé vyrušenie, ale ako jav, ktorý dlhodobo a opakovane vstupuje do učebného procesu v digitálnom prostredí.

Významným zistením je aj vysoký výskyt pocitov viny spojených s používaním mobilu počas učenia, čo naznačuje, že študenti si rušivý vplyv technológií uvedomujú, no napriek tomu majú obmedzenú schopnosť ho dlhodobo regulovať. Technologická interferencia sa tak javí ako fenomén, ktorý pôsobí nielen na úrovni správania, ale aj na úrovni subjektívneho prežívania učenia.

PO2: *Aká aplikácia respondentov počas učenia najčastejšie vyrušuje?*

Výsledky poukazujú na to, že hlavným zdrojom technologickej interferencie nie sú digitálne technológie ako také, ale konkrétne typy aplikácií a platforiem. Najvýraznejší rušivý potenciál majú sociálne siete a komunikačné aplikácie, ktoré sú navrhnuté na nepretržitú stimuláciu pozornosti a podporu okamžitej interakcie. Ich prítomnosť počas učenia výrazne zvyšuje riziko presmerovania pozornosti a fragmentácie učebného procesu.

Naopak, aplikácie primárne určené na štúdium alebo vyhľadávanie informácií boli respondentmi vnímané ako menej rušivé. Toto zistenie podporuje interpretáciu, že technologická interferencia súvisí predovšetkým s dizajnom digitálneho obsahu a logikou attention economy, nie s používaním technológií ako takých.

PO3: *Aké stratégie na elimináciu rozptýlenia technológiami respondenti využívajú?*

Výsledky naznačujú, že študenti aktívne využívajú rôzne stratégie na reguláciu technologického rozptýlenia, pričom dominujú jednoduché a behaviorálne postupy, ako sú plánované prestávky, vypínanie notifikácií, využívanie režimov obmedzujúcich vyrušenie a fyzické odstránenie mobilného zariadenia z blízkosti. Tieto

stratégie sú zároveň vnímané ako najefektívnejšie pri potrebe intenzívneho sústredenia.

Menej rozšírené sú systematické technické riešenia, napríklad aplikácie na blokovanie rušivých podnetov, čo môže poukazovať na nižšiu mieru rozvinutej digitálnej sebaregulácie. Výsledky tak naznačujú rozpor medzi vedomím rušivého vplyvu technológií a schopnosťou dlhodobo a systematicky regulovať digitálne správanie.

Pri interpretácii výsledkov je potrebné zohľadniť niekoľko limitov štúdie. Výskum je založený na subjektívnych výpovediach respondentov, ktoré môžu byť ovplyvnené sociálne žiaducim správaním alebo individuálnym sebahodnotením. Použitý dotazník vlastnej konštrukcie umožnil flexibilne zachytiť skúmané javy, avšak nepracoval so štandardizovanými psychometrickými škálami, čo môže obmedzovať porovnateľnosť výsledkov s inými štúdiami. Ďalším limitom je deskriptívno-exploračný charakter výskumu, ktorý neumožňuje formulovať kauzálne závery o vzťahoch medzi technologickou interferenciou, pozornosťou a efektivitou učenia. Relatívne malá vzorka respondentov pozostávala zo študentov slovenských a českých vysokých škôl, čo sice umožňuje zachytiť regionálne špecifiká, no zároveň obmedzuje možnosti generalizácie výsledkov na širšiu populáciu.

4. ZÁVER

Predkladané výsledky prieskumu poukazujú na to, že technologická interferencia predstavuje významný faktor formujúci vzdelávaciu skúsenosť vysokoškolských študentov v súčasnom digitálnom prostredí. Učenie sa v digitálnom prostredí prebieha za podmienok technologickéj saturácie, v ktorých vzdelávacie aktivity neustále konkurujú iným formám digitálnej stimulácie. Technologická interferencia sa prejavuje nielen na úrovni správania, ale aj v subjektívnom prežívaní učenia, vnímaní jeho efektivity a schopnosti udržať sústredenie, a to v podobe častého multitaskingu a prokrastinácie.

Zároveň sa ukazuje, že študenti si rušivý vplyv digitálnych technológií do veľkej miery uvedomujú a využívajú rôzne stratégie

na jeho reguláciu, avšak tieto stratégie sú často skôr ad hoc než systematické. Výsledky tak poukazujú na potrebu cielenej podpory digitálnej sebaregulácie, digitálneho wellbeingu a rozvoja kompetencií, ktoré by študentom umožnili efektívnejšie zvládať technologickú interferenciu v procese učenia.

Štúdia tak vytvára východisko pre ďalší výskum zameraný na rozvoj stratégií podporujúcich vzdelávanie v digitálnom prostredí a otvára priestor pre odbornú diskusiu o regulácii digitálneho správania a podpore udržateľného učenia.

Zdroje

1. Carr, N. (2017). *Nebezpečná mēlčina: Jak internet měni náš mozek. Analýza stavu lidské psychiky v době digitální*. Dauphin.
2. Citton, Y. (2016). *The ecology of attention*. Polity Press.
3. Greenfield, S. (2016). *Změna myšlení: Jak se měni naše mozky pod vlivem digitálních technologií*. Albatros Media.
4. Hari, J. (2023). *Ukradnutá pozornost*. NOXI.
5. Kass, J. (2024). *Digitally disrupted: Rebuilding mental resilience in the age of screens*. Amazon Kindle Direct Publishing.
6. McDaniel, B. T., & Coyne, S. M. (2016). Technoferece: The interference of technology in couple relationships and implications for women's personal and relational well-being. *Psychology of Popular Media Culture*, 5(1), 85-98. <https://doi.org/10.1037/ppm0000065>
7. McDaniel, B. T., Galovan, A. M., & Drouin, M. (2021). Daily technoferece, technology use during couple leisure time, and relationship quality. *Media Psychology*, 24(5), 637-665. <https://doi.org/10.1080/15213269.2020.1783561>
8. Stránský, M. J. (2024). *Vzestup a pád lidské mysli*. Improovio.
9. Velzeboer, P. (2025). *Digital wellbeing: Recharge your focus and reboot your life*. Kogan Page.
10. Ward, A. F., Duke, K., Gneezy, A., & Bos, M. W. (2017). Brain drain: The mere presence of one's own smartphone reduces available cognitive capacity. *Journal of the Association for Consumer Research*, 2(2), 140-154. <https://doi.org/10.1086/69146>

Výučba fyziky a metrológie pomocou merania modulu pružnosti v šmyku torzným kyvadlom

Jozef Leja¹
Jan Rybář²
Stanislav Ďuriš³
Peter Onderčo⁴
Andrej Smetánka⁵

¹ Strojnícka fakulta, Slovenská technická univerzita; Námestie slobody 17, 812 31 Bratislava; jozef.leja@stuba.sk

² Strojnícka fakulta, Slovenská technická univerzita; Námestie slobody 17, 812 31 Bratislava; jan.rybar@stuba.sk

³ Strojnícka fakulta, Slovenská technická univerzita; Námestie slobody 17, 812 31 Bratislava; stanislav.duris@stuba.sk

⁴ Strojnícka fakulta, Slovenská technická univerzita; Námestie slobody 17, 812 31 Bratislava; peter.onderco@stuba.sk

⁵ Strojnícka fakulta, Slovenská technická univerzita; Námestie slobody 17, 812 31 Bratislava; andrej.smetanka@stuba.sk

Grant: KEGA 024STU-4/2023; KEGA 016STU-4/2025; APVV-21-0195; APVV-21-0216

Názov grantu: Budovanie laboratória medicínskej metrológie; Podpora adaptácie študentov na vysokoškolské vzdelávanie technického smeru v predmetoch z oblasti prírodných vied; Výskum možnosti digitálnej transformácie kontinuálnych dopravných systémov; Pokročilé matematické metódy pre meranie a metrológiu

Oborové zamčrení: AM – Pedagogika a školství

© GRANT Journal, MAGNANIMITAS Assn.

Abstrakt Príspevok sa venuje výučbe fyziky a metrológie na Strojníckej fakulte Slovenskej technickej univerzity v Bratislave. Dôležitú časť výučby tvoria laboratórne cvičenia, pretože umožňujú lepšie pochopiť fyzikálne zákony, ako sa aj oboznámiť so základmi metrológie. Príkladom je meranie modulu pružnosti v šmyku pomocou torzného kyvadla. V príspevku je vysvetlená fyzikálna teória, odvodený model merania aj výpočet neistoty merania.

Kľúčová slova Fyzika, metrológia, modul pružnosti v šmyku, torzné kyvadlo

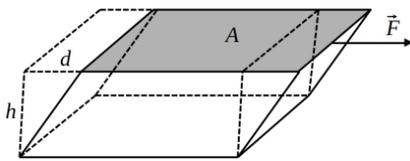
1. ÚVOD

Fyzika je fundamenálna prírodná veda, ktorej znalosť je nevyhnutná pre štúdium techniky, pretože matematika a prírodné vedy poskytujú princípy, na ktorých je založená celá moderná technika. Pochopenie zákonov fyziky je pre technikov nevyhnutné aj pri navrhovaní a vývoji nových inovatívnych technológií. Preto sú kurzy fyziky súčasťou učebných osnov na všetkých technických univerzitách na celom svete. Aj všetky fakulty Slovenskej technickej univerzity v Bratislave majú vo svojich štúdijských plánoch kurzy fyziky. Kurz fyziky na Strojníckej fakulte pozostáva z dvoch povinných predmetov Technická fyzika I a Technická fyzika II a troch výberových predmetov Seminár z fyziky I, Seminár z fyziky II a Seminár z fyziky III. Keďže fakulta je orientovaná na strojnú inžinierstvo, obsah kurzu je zameraný najmä na klasickú mechaniku. Preto celý obsah predmetu Technická fyzika I tvorí mechanika hmotného bodu a tuhého telesa [1, 2]. Obsah predmetu Technická fyzika II tvoria ďalšie časti klasickej fyziky, ako termodynamika, molekulová fyzika, elektrina, magnetizmus, akustika a optika. Štruktúra kurzu pozostáva z prednášok doplnených o laboratórne cvičenia a semináre. Laboratórne

cvičenia [3] tvoria dôležitú súčasť kurzu, pretože umožňujú praktickú aplikáciu teoretických poznatkov. V rámci predmetu Technická fyzika I študenti absolvujú laboratórne cvičenia zamerané na meranie hustoty a viskozity kvapalín, momentu zotrvačnosti telesa, modulu pružnosti materiálu, gravitačného zrýchlenia, overenie Steinerovej vety a Hookovho zákona, experimenty s fyzikálnym, torzným a reverzným kyvadlom. V tomto príspevku sa podrobne venujeme meraniu modulu pružnosti v šmyku pomocou torzného kyvadla. Cieľom je ukázať, že aj pomocou jednoduchého a dostupného vybavenia je možné uskutočniť experiment, ktorý študentom umožňuje lepšie pochopiť zákony fyziky a pojmy z metrológie. Toto laboratórne cvičenie je komplexným meraním, pri ktorom si študenti precvičia základy mechaniky tuhých telies, experimentálne zručnosti aj spracovanie nameraných hodnôt a zároveň podporuje samostatné myslenie pri analýze zdrojov neistoty a interpretácii výsledkov. Torzné kyvadlo je tuhé teleso s osovou symetriou zavesené na zvislom drôte tak, že jeho os symetrie je totožná s osou drôtu. Periodický pohyb telesa je spôsobený krútiacim momentom, ktorý vzniká pri deformácii drôtu. Torzné kyvadlo je univerzálnym nástrojom vo výučbe aj experimentálnej fyzike [4]. Služí ako dôležitý nástroj na štúdium mechaniky tuhých telies a vlastností materiálov a zároveň poskytuje praktické využitie v technike a meraní.

2. MERANIE MODULU PRUŽNOSTI POMOCOU TORZNÉHO KYVADLA

V prípade pružných materiálov platí pri malej deformácii Hookov zákon [5], podľa ktorého je deformácia materiálu úmerná deformujúcej sile. Ak na malý hranol materiálu pôsobí tangenciálna sila cez jeho hornú stranu, zatiaľ čo jeho spodná strana je pevná, dochádza k deformácii v šmyku (obr. 1).



Obr.1: Deformácia malého hranola.

Vzťah medzi tangenciálnym napätím a relatívnym posunutím opisuje Hookov zákon

$$\tau = G\gamma,$$

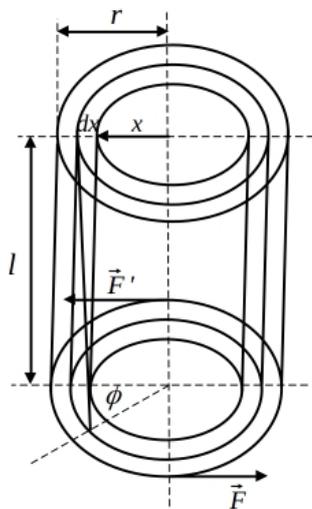
kde G označuje materiálovú konštantu modul pružnosti v šmyku, τ reprezentuje tangenciálne napätie, definované ako pomer tangenciálnej sily F k ploche A , cez ktorú pôsobí

$$\tau = \frac{F}{A},$$

γ je relatívne posunutie, ktoré udáva pomer posunu hornej strany d k výške hranola h

$$\gamma = \frac{d}{h}.$$

Hookov zákon možno aplikovať aj na deformáciu drôtu torzného kyvadla (obr. 2), ktorého horný koniec je pevný a na dolný koniec pôsobí dvojica síl. Ak predpokladáme, že drôt má tvar valca s polomerom r , môžeme ho rozdeliť na valcové vrstvy s polomerom x a hrúbkou dx . Keď dvojica síl stočí spodnú základňu, jednotlivé vrstvy sa vzájomne pootočia a šmykajú sa po sebe, preto dochádza k deformácii v šmyku.



Obr. 2: Deformácia drôtu torzného kyvadla.

Pri stočení o uhol ϕ sa spodný koniec vrstvy posunie o vzdialenosť

$$d = \phi x,$$

preto relatívne posunutie vrstvy bude

$$\gamma = \frac{d}{l} = \frac{\phi x}{l},$$

kde l označuje dĺžku drôtu. Hookov zákon potom nadobudne tvar

$$\tau = G\gamma = G \frac{\phi x}{l}.$$

Element plochy je možné zapísať ako

$$dA = 2\pi x dx,$$

element sily je možné vyjadriť pomocou Hookovho zákona

$$dF = \tau dA = G \frac{\phi x}{l} 2\pi x dx,$$

element krútiaceho momentu sily bude

$$dM = x dF = G \frac{\phi x^3}{l} 2\pi dx.$$

Celkový krútiaci moment sily je možné vypočítať integrovaním

$$M = \int dM = \int_0^r G \frac{\phi x^3}{l} 2\pi dx = \frac{\pi G r^4}{2l} \phi,$$

výsledok sa dá zapísať v tvare

$$M = M_0 \phi,$$

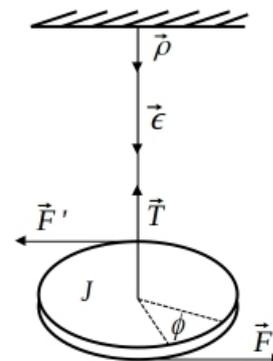
v ktorom M_0 reprezentuje direkčný moment torzie

$$M_0 = \frac{\pi G r^4}{2l} = \frac{\pi G d^4}{32l},$$

kde d označuje priemer drôtu. Východiskom pre opis pohybu torzného kyvadla (obr. 3) je pohybová rovnica rotujúceho tuhého telesa [4], ktorá má tvar

$$\vec{M} = J \vec{\epsilon},$$

kde J je moment zotrvačnosti telesa vzhľadom na os otáčania a $\vec{\epsilon}$ je uhlové zrýchlenie rotujúceho telesa.



Obr. 3: Pohyb torzného kyvadla.

Pomocou jednotkového vektora $\vec{\rho}$ možno pohybovú rovnicu zapísať v tvare

$$-M \vec{\rho} = J \epsilon \vec{\rho},$$

ktorý je možné transformovať na diferenciálnu rovnicu druhého rádu

$$-M_0 \phi \vec{\rho} = J \frac{d^2 \phi}{dt^2} \vec{\rho}.$$

Z vektorovej rovnice vyplýva skalárna rovnica

$$-\frac{M_0}{J} \phi = \frac{d^2 \phi}{dt^2},$$

ktorá má po zavedení uhlovej frekvencie

$$\omega = \sqrt{\frac{M_0}{J}},$$

podobu harmonickej rovnice

$$-\omega^2 \phi = \frac{d^2 \phi}{dt^2}.$$

Riešením tejto rovnice je harmonická funkcia

$$\phi = \phi_0 \sin(\omega t + \alpha),$$

kde ϕ_0 je amplitúda a α je fázová konštanta harmonického pohybu.

Periódou pohybu bude

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{J}{M_0}} = 2\pi \sqrt{\frac{32J}{\pi G d^4}},$$

z tohto vzťahu možno vyjadriť modul pružnosti v šmyku

$$G = \frac{16\pi J}{d^4 T^2}.$$

Vložení momentu zotrvačnosti disku [6] s hmotnosťou m a priemerom D

$$J = \frac{mD^2}{8},$$

je odvodený konečný vzorec pre modul pružnosti v šmyku, ktorý slúži ako model merania

$$G = \frac{16\pi l m D^2}{d^4 T^2}.$$

3. NEISTOTA MERANIA

Keďže modul pružnosti v šmyku je nepriamo meraná veličina, na vyjadrenie jeho neistoty je možné použiť Gaussov zákon šírenia neistôt [7]. Ak je nepriamo meraná veličina vo funkčnom vzťahu s priamo meranými veličinami

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n),$$

pričom priamo merané veličiny nezávisia od seba, bude kombinovaná štandardná neistota nepriamo meranej veličiny

$$u_y = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x_1}\right)^2 u_{x_1}^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial x_2}\right)^2 u_{x_2}^2 + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial x_n}\right)^2 u_{x_n}^2}.$$

V prípade merania modulu pružnosti v šmyku (23) bude výsledná neistota merania

$$u_G = \sqrt{\frac{\partial G}{\partial l} u_l + \frac{\partial G}{\partial d} u_d + \frac{\partial G}{\partial m} u_m + \frac{\partial G}{\partial D} u_D + \frac{\partial G}{\partial T} u_T}.$$

Neistoty priamo meraných veličín, teda dĺžky drôtu (u_l), priemeru drôtu (u_d), hmotnosti disku (u_m), priemeru disku (u_D) a periódy pohybu (u_T) sú určené z neistôt typu A a typu B. Koefficienty citlivosti ovplyvňujúcich veličín majú tvar

$$\begin{aligned} \frac{\partial G}{\partial l} &= \frac{16\pi m D^2}{d^4 T^2}, \\ \frac{\partial G}{\partial d} &= \frac{-64\pi l m D^2}{d^5 T^2}, \\ \frac{\partial G}{\partial m} &= \frac{16\pi l D^2}{d^4 T^2}, \\ \frac{\partial G}{\partial D} &= \frac{32\pi l m D}{d^4 T^2}, \\ \frac{\partial G}{\partial T} &= \frac{-32\pi m D^2}{d^4 T^3}. \end{aligned}$$

Ak má model merania tvar len násobenia alebo delenia mocnín vstupných veličín

$$y = \frac{a^k b^l}{c^m d^n},$$

podstatne jednoduchšie je vyjadriť relatívnu neistotu merania

$$\frac{u_y}{y} = \sqrt{\left(k \frac{u_a}{a}\right)^2 + \left(l \frac{u_b}{b}\right)^2 + \left(m \frac{u_c}{c}\right)^2 + \left(n \frac{u_d}{d}\right)^2},$$

výsledkom je jednoduchý vzorec pre relatívnu neistotu modulu pružnosti v šmyku

$$\frac{u_G}{G} = \sqrt{\left(\frac{u_l}{l}\right)^2 + 16 \left(\frac{u_d}{d}\right)^2 + \left(\frac{u_m}{m}\right)^2 + 4 \left(\frac{u_D}{D}\right)^2 + 4 \left(\frac{u_T}{T}\right)^2}.$$

4. PRIEBEH MERANIA

Laboratórne cvičenia prebiehajú v laboratóriu technickej fyziky podľa harmonogramu, ktorý každému študentovi určuje, ktorú laboratórnu úlohu bude merať v danom týždni semestra. Harmonogram je zostavený s prihliadnutím na materiálne zabezpečenie laboratórnych cvičení tak, aby každý študent do konca semestra odmeral všetky laboratórne úlohy. Z každej laboratórnej

úlohy študenti vypracujú referát s nameranými hodnotami, výpočtami a vyhodnotením merania. Pri meraní modulu pružnosti pomocou torzného kyvadla študenti používajú len základné meracie prístroje, dĺžku drôtu (l) merajú oceľovým meradlom, priemer drôtu (d) merajú mikrometrom, hmotnosť disku (m) merajú laboratórnymi váhami, priemer disku (D) merajú posuvným meradlom a perióda kyvadla (T) merajú stopkami. Priebeh laboratórneho cvičenia ilustruje obr. 4, modul pružnosti pomocou torzného kyvadla meria študent na pravej strane obrázku.



Obr. 4: Priebeh laboratórneho cvičenia. Foto: Jozef Leja.

5. ZÁVER

Prezentovaná laboratórna úloha potvrdzuje význam fyzikálneho vzdelávania ako neoddeliteľnej súčasť štúdia strojného inžinierstva. Meranie modulu pružnosti pomocou torzného kyvadla predstavuje vhodný príklad prepojenia teórie s praxou, ktorý umožňuje študentom hlbšie porozumieť základom mechaniky tuhých telies a zároveň rozvíjať experimentálne a metrologické zručnosti. Takéto laboratórne cvičenia prispievajú k lepšiemu pochopeniu fyzikálnych zákonitostí a podporujú aktívne učenie založené na skúsenosti.

Zdroje

1. DILLINGER, J., BENCO, P., KALUŽNÁ, M. *Fyzika I*. Bratislava: Vydavateľstvo STU, 2001, 186 s. ISBN 80-227-1531-X
2. MORHÁČOVÁ, E., LEJA, J., LICHARDOVÁ, Z. *Technical Physics I*. Bratislava: Vydavateľstvo STU, 2008, 78 s. ISBN 978-80-227-2823-2.
3. BENCO, P. A KOL. *Technická fyzika – Návod na laboratórne cvičenia*. Bratislava: Vydavateľstvo STU, 2003, 241 s. ISBN 80-227-1869-6.
4. HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALKER, J. *Fundamentals of Physics*. 10th ed., Hoboken: John Wiley & Sons, 2014, 1232 s. ISBN 978-1-118-23072-5.
5. SERWAY, R., JEWETT, J. *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics*. 9th ed., Boston: Brooks Cole, 2014. 1616 s. ISBN 978-1-133-95405-7.
6. TIPLER, P., A., MOSCA, G. *Physics for Scientists and Engineers*, 6th ed. New York: Freeman and Company, 2008. 1172 s. ISBN 987-0-7167-8964-2.
7. RAGHAVENDRA, N., V., KRISHNAMURTHY, L. *Engineering Metrology and Measurements*, New Delhi: Oxford University Press, 2013. 676 s. ISBN 978-0-19-808549-2.

Využívanie informačno-komunikačných technológií v starostlivosti o starších ľuďí v kontexte neformálnej starostlivosti

Erik Šatara¹

¹ Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici; Pedagogická fakulta; Katedra sociálnej práce; Ružová 13, 974 11 Banská Bystrica; erik.satara@umb.sk

Grant: Financované EÚ NextGenerationEU prostredníctvom Plánu obnovy a odolnosti SR v rámci projektu č. 09I03-03-V05-0000.
Názov grantu: UGA-08-PDS-2024 Sociálne aspekty neformálnej starostlivosti o starších ľuďí
Odborové zamarenie: AO - Sociológia, demografia

© GRANT Journal, MAGNANIMITAS Assn.

Abstrakt Neformálna starostlivosť predstavuje významný pilier dlhodobej starostlivosti, no je spojená s vysokou mierou záťaže neformálnych opatrovateľov. Príspevok sa zameriava na využívanie informačno-komunikačných technológií v podobe sociálnej služby monitorovania a signalizácie potreby pomoci (§ 52 zákona č. 448/2008 Z. z. o sociálnych službách), ktorá predstavuje formu dištančnej starostlivosti, v zahraničí označovanej pojmom „telecare“. Cieľom príspevku je preskúmať úlohu rodinných príslušníkov pri zavádzaní a využívaní tejto služby v kontexte neformálnej starostlivosti. Výskum bol realizovaný ako kvalitatívna štúdia; výskumu sa zúčastnilo N = 8 participantov a participantiek. Realizovali sme expertné pološtruktúrované rozhovory s poskytovateľmi sociálnej služby a expertmi v oblasti starostlivosti o starších ľuďí. Analýza dát ukazuje, že iniciátormi zavádzania tejto služby sú často rodinní príslušníci, najmä v situáciách, keď kombinujú prácu a starostlivosť alebo žijú v geografickej vzdialenosti. Služba monitorovania a signalizácie potreby pomoci sa tak javí ako podporný nástroj neformálnej starostlivosti, ktorý ju nenahrádza, ale môže prispieť k jej udržateľnosti a k prevencii inštitucionalizácie starších ľuďí.

Kľúčové slová Sociálne služby. Telecare. Social alarms. Neformálna starostlivosť. Informačno-komunikačné technológie. Starnutie.

1. STARNUTIE POPULÁCIE V KONTEXTE SOCIÁLNYCH SLUŽIEB A NEFORMÁLNEJ STAROSTLIVOSTI

Starnutie populácie patrí aktuálne medzi najfrekvencovanejšie demografické a sociálno-politické témy (Káčerová, Ondačková, 2015; Šprocha, Ďurček, 2019; Fodor et al., 2021). Predikcie populačného vývoja dlhodobo upozorňujú, že počet starších ľuďí bude postupne narastať. Predpokladá sa, že v roku 2030 budú osoby vo veku nad 60 rokov tvoriť viac ako 25 % obyvateľstva Európy. Svedčia o tom aj aktuálne trendy, keď za posledných desať rokov došlo k nárastu počtu ľuďí nad 65 rokov v Európskej únii o 3,0 %; na Slovensku je tento nárast ešte výraznejší, a to až o 4,8 % (Eurostat, 2024; ŠÚ, 2024). Na Slovensku môžeme tento trend sledovať už od polovice 80. rokov minulého storočia. Do roku 2050 by sa podľa stredného variantu mal podiel starších ľuďí priblížiť až k 30 %, zo súčasných 18,35 % (Bleha et al., 2018; Šprocha et al., 2024). Starnutie populácie predstavuje výzvu, ktorá vytvára tlak na zabezpečovanie kvalitnej a udržateľnej starostlivosti o starších ľuďí

a ľuďí so zdravotnými ťažkosťami a znevýhodnením, čo na národnej úrovni potvrdzujú strategické dokumenty a koncepčné materiály (napr. Stratégia deinštitucionalizácie sociálnych služieb a náhradnej starostlivosti, 2021; Stratégia dlhodobej starostlivosti v Slovenskej republike, 2021), ako aj vedecké štúdie (Bušová et al., 2010; Bočáková, 2024). Starostlivosť o starších ľuďí je spojená s množstvom nárokov a špecifik, ktoré na individuálnej úrovni zasahujú do ich každodenného života (EPTA, 2019). Predovšetkým ide o zvýšené riziko vzniku ochorení (Christensen et al., 2009), multimorbiditu, nežiaducich účinkov liečby (Nielsen et al., 2017; Poelgeest et al., 2023; McGettigan et al., 2024) a zvýšenej prevalence geriatrických syndrémov (Sanford et al., 2020; Patel, Yeboah, 2024), čo priamo vedie k zvyšovaniu ich odkázanosti na starostlivosť inej fyzickej osoby (Fodor et al., 2021).

V súvislosti s udržateľnosťou systému sociálnej a zdravotnej starostlivosti je dôležitým ukazovateľom počet rokov prežitých v zdraví vo veku nad 65 rokov. Podľa údajov z roku 2018 dosahuje tento ukazovateľ na Slovensku u žien 4,6 roka a u mužov 4,0 roka (ŠÚ, 2024), zatiaľ čo v krajinách OECD bola priemerná dĺžka života v zdraví vo veku 65 rokov v roku 2021 10 rokov u žien a 9,6 roka u mužov (OECD, 2023). Pri predikovanom náraste počtu starších ľuďí a vplyve rizík spojených so starnutím nie je možné, aby súčasný systém sociálnej a zdravotnej starostlivosti pokryl potreby starnúcej populácie po finančnej, personálnej a organizačnej stránke (Stratégia deinštitucionalizácie sociálnych služieb a náhradnej starostlivosti, 2021). Na túto situáciu reagujú vlády opatreniami smerujúcimi k presmerovaniu zodpovednosti za starostlivosť o starších ľuďí na ich blízkych a rodinných príslušníkov. Príkladom je reforma financovania sociálnych služieb na Slovensku, ktorá smeruje k podpore starostlivosti o starších ľuďí v ich prirodzenom prostredí a za pomoci neformálnych opatrovateľov (Konceptcia financovania sociálnych služieb, 2024). Na tento posun upozorňoval už Beesley (2006), podľa ktorého zvýšenie dopytu po službách a nedostatok prostriedkov na ich financovanie povedú k tomu, že starší ľudia budú čoraz viac odkázaní na neformálnu starostlivosť.

Do popredia sa v kontexte uvedených zmien dostávajú nové inovatívne prístupy v oblasti starostlivosti a služieb pre starších ľuďí odkázaných na pomoc inej fyzickej osoby. Medzi tieto iniciatívy dlhodobo patrí deinštitucionalizácia sociálnych služieb, podpora aktívneho starnutia a téma zlepšovania kvality života starnúcej populácie (napr. Skyba, 2017; Cangár, 2018; Stokke et al., 2021; Národný program aktívneho starnutia 2021 – 2030). Kľúčovú pozíciu v oblasti budovania udržateľného systému starostlivosti zohráva implementácia a využívanie informačno-komunikačných

technológií (Repková, 2017), ktoré predstavujú efektívne a dostupné riešenie pre rôzne cieľové skupiny, nielen osoby vyššieho veku. Hoci zotrvanie v prirodzenom prostredí je často považované za najvhodnejšiu alternatívu starostlivosti (Horeháková et al., 2023), nemusí byť ideálnym riešením pre všetkých starších ľudí, najmä z hľadiska zvýšeného rizika pádov (Uhríčková et al., 2018; Košutzká, 2022), zhoršenia zmyslových schopností, zníženej mobility (McGettigan et al., 2024) alebo osamelosti (Balogová et al., 2018). V takýchto prípadoch sa môže ako alternatíva ukázať inštitucionálna starostlivosť, ktorú je však potrebné citlivo zvažovať, vrátane jej dostupnosti a vplyvu na kvalitu života starších ľudí (Cangár, 2018). Aj preto je nevyhnutné hľadať a implementovať nákladovo efektívne alternatívy, ktoré dokážu reagovať na špecifické situácie a potreby starších ľudí tak, aby mohli čo najdlhšie zotrvať v prirodzenom prostredí. V tejto súvislosti sa využívanie informačno-komunikačných technológií, resp. dištančnej starostlivosti, javí ako efektívne a dostupné riešenie pre rôzne cieľové skupiny (Tchalla et al., 2023). Na súčasnom trhu možno pozorovať široké spektrum technologických zariadení určených pre starších ľudí a zdravotne znevýhodnené osoby, ktoré ponúkajú nové možnosti starostlivosti a prispievajú k budovaniu modelu udržateľnej dlhodobej starostlivosti (Byrne et al., 2018).

1.1 Neformálna starostlivosť o starších ľudí v kontexte využívania digitálnych a informačno-komunikačných technológií

Pri téme starostlivosti o starších ľudí môžeme globálne hovoriť o formálnej a neformálnej starostlivosti. Pod formálnou starostlivosťou rozumieme komplex rôznych služieb, ktoré poskytujú kvalifikovaní odborníci. Neformálna starostlivosť býva zabezpečovaná výlučne blízkymi ľuďmi, priateľmi či rodinou, avšak prevažne na laickom, častokrát intuitívnom základe (Repková et al., 2010; OECD, 2022). Podľa odborníkov a odborníčok práve neformálny sektor – rodina, priatelia či blízki ľudia – zabezpečuje prevažnú časť starostlivosti o starších ľudí, ktorí sú odkázaní na starostlivosť (OECD, 2022). Zároveň až 89 % občanov Slovenskej republiky preferuje zotrvanie osôb vyššieho veku v domácom prostredí (Stratégia dlhodobej starostlivosti v Slovenskej republike, 2021). Nie každá rodina je schopná a ochotná zabezpečiť potrebnú starostlivosť staršiemu členovi, preto zohráva dôležitú úlohu aj formálny systém starostlivosti (napr. Határ, 2011).

Napriek tomu môžeme neformálnu starostlivosť poskytovanú blízkymi ľuďmi alebo rodinnými príslušníkmi považovať za dôležitý komponent budovania udržateľného systému dlhodobej starostlivosti o starších ľudí, čo priamo korešponduje aj s národnými stratégiami (napr. Stratégia deinštitucionalizácie sociálnych služieb a náhradnej starostlivosti, 2021; Stratégia dlhodobej starostlivosti v Slovenskej republike, 2021; Konceptcia financovania sociálnych služieb, 2024).

V tomto článku označujeme termínom „neformálny opatrovateľ/neformálna opatrovateľka“ osobu, ktorá poskytuje neplatenú a neformálnu starostlivosť alebo oporu prevažne rodinným príslušníkom, partnerovi alebo blízkym ľuďom (Steils et al., 2021). V pozícii neformálnych opatrovateľov sa môžu ocitnúť osoby, ktoré buď priamo poskytujú, alebo organizujú starostlivosť o blízku osobu (Jeřábek et al., 2005). Na Slovensku je neformálna starostlivosť prevažne spájaná s osobami, ktoré poberajú príspevok na opatrovanie (viď 447/2008 Z. z. o peňažných príspevkoch na kompenzáciu ťažkého zdravotného postihnutia) (Bednárík, 2024), ktoré boli centrom záujmu aj viacerých štúdií (Repková, 2009a; Repková, 2009b). Špecifickou a pomerne latentnou skupinou, ktorá je často opomínaná, sú pracujúci neformálni opatrovatelia, ktorí starostlivosť poskytujú popri zamestnaní. Najčastejšie ide o dospelé

deti a životných partnerov (prevažne ženy) (Jeřábek et al., 2005; Bodnárová et al., 2005; Boer et al., 2019). V oboch prípadoch je potrebné zdôrazniť, že neformálni opatrovatelia čelia záťaži, ktorá je viacdimeziálnym konštruktom a môže viesť ku sociálnym, finančným, somatickým a psychologickým problémom (Sigurlaugardottir et al., 2025; Ágren, Wallroth, 2025). Vzhľadom na to je potrebné hovoriť o možnostiach podpory, ktoré môžu neformálni opatrovatelia využívať na zmiernenie záťaže vyplývajúcej z poskytovania starostlivosti osobe vyššieho veku (Wong et al., 2025).

V európskom priestore môžeme sledovať, že asistenčné technológie začínajú byť uznávané ako nástroj podpory zotrvania staršieho človeka na mieste (European Ageing Network, 2019; Yaylagul et al., 2022). Hvalič-Touzery et al. (2022) zároveň zdôrazňujú, že málo priestoru sa venovalo tomu, aký prínos má používanie týchto technológií pre neformálnych opatrovateľov. Technológie, ktoré umožňujú starostlivosť na diaľku, boli pritom navrhnuté ako potenciálne možnosti pomoci aj neformálnym opatrovateľom (Davies et al., 2013). Zahŕňajú širokú škálu zariadení „telecare“, ako sú rôzne osobné alarmy (napr. SOS náramky), senzory prostredia (senzor plynu, dymu, teploty a iné), zariadenia súvisiace s mobilitou (senzor pádu, senzor dverí, senzor pohybu, GPS lokátor) a systémy, ktoré slúžia na pripomenutie napr. užitia liekov (Hvalič-Touzery et al., 2022).

V súvislosti s využívaním technológií, ktoré zapadá do modelu dištančnej starostlivosti, sa stretávame s vyššie uvedeným konceptom „telecare“. Tento pojem je pomerne mátuči, lebo má viacero definícií. V našom článku vzťahujeme pojem „telecare“ na technológiu, ktorá na diaľku pasívne alebo automaticky monitoruje zmeny v stave alebo životnom štýle jednotlivca s cieľom riadiť riziká, ktoré zasahujú do jeho nezávislého fungovania (Bower et al., 2011; Bei et al., 2023). Vo všeobecnosti definície „telecare“ spájajú tento koncept s využívaním technológií na podporu samostatného života pre zraniteľné skupiny obyvateľstva (napr. Peeters et al., 2022) v ich domácom prostredí (Watson et al., 2020). Pokrýva celý rad technológií, od sociálnych alarmov až po novšie formy, ktoré zhromažďujú a prenášajú informácie automaticky do monitorovacích centier (Beech, Roberts, 2008; Steventon et al., 2013).

Za prijatím technológií a ich využívaním v starostlivosti o osoby vyššieho veku vplyva niekoľko faktorov, ktoré bližšie popísal Huang et al. (2024), ktorí ďalej dopĺňajú, že ľudia si ich často inštalujú a zabezpečujú sami, bez priamej väzby na monitorovacie centrá. Druhou perspektívou je, kedy využívanie technológií na vyššie uvedené účel môže byť spojené s poskytovaním sociálnej služby. Na Slovensku hovoríme konkrétne o sociálnej službe monitorovania a signalizácie potreby pomoci (§ 52 zákona č. 448/2008 Z. z. o sociálnych službách). História poskytovania tejto služby je spojená so zákonom o sociálnych službách; zavedenie služby reflektovalo zmeny viazané na transformáciu sociálnych služieb (viď Konceptcia transformácie sociálnej sféry, 1996) (Krupa et al., 2007). Táto služba sa zaradila medzi sociálne služby s využitím informačno-komunikačných technológií, pričom jej zámerom je podpora zotrvania človeka v jeho prirodzenom prostredí (Cangár, Machajdčíková, 2018; Repková, 2017) a má silný preventívny charakter, nakoľko dokáže prispieť k minimalizácii rizík spojených so zvýšenou potrebou starostlivosti vo vyššom veku (Brownsell et al., 2007). Zároveň by sme nemali zabúdať, že nejde o univerzálny nástroj riešenia starostlivosti o starších ľudí a musí ich sprevádzať aj ďalšie služby (Eccles, 2020). Existuje aj časť populácie, pre ktorú nie sú technológie vhodné, môžu pre ňu pôsobiť rušivo alebo zasahovať do jej autonómie (Draper, Sorrell, 2013).

Monitorovanie a signalizácia potreby pomoci je sociálna služba poskytovaná fyzickej osobe, ktorá má nepriaznivý zdravotný stav (Repková, 2017). Podľa § 52 ods. 2 je monitorovanie a signalizácia potreby pomoci poskytovaním nepretržitej, dištančnej, hlasovej, písomnej (krátka textová správa) alebo elektronickej komunikácie s fyzickou osobou prostredníctvom signalizačného zariadenia alebo audiovizuálneho zariadenia napojeného na centrálny dispečing.

Poskytovanie neformálnej starostlivosti o blízku osobu vyššieho veku a využívanie rôznych technológií súvisí spoločne. Viaceré zahraničné výskumy ukazujú, že využívanie nástrojov „telecare“, u nás známych pod sociálnou službou monitorovania a signalizácie potreby pomoci, má pozitívny vplyv na stres a napätie neformálnych opatrovateľov (napr. Davies et al., 2013). Niektoré z nich dokonca potvrdzujú, že využívanie technológií umožnilo niektorým neformálnym opatrovateľom znovu sa venovať záľubám, vzdelávať sa a socializovať sa, čím sa znížila ich sociálna izolácia (Watson et al., 2020).

Cieľom tohto príspevku je preskúmať, akú úlohu zohrávajú rodinní príslušníci a blízke osoby pri zavádzaní a využívaní informačno-komunikačných technológií (sociálnej služby monitorovania a signalizácie potreby pomoci) v starostlivosti o starších ľudí v ich domácom prostredí, v kontexte neformálnej starostlivosti.

2. METÓDY

Výskum bol realizovaný ako kvalitatívna štúdia zameraná na skúmanie poskytovania sociálnej služby monitorovania a signalizácie potreby pomoci (§ 52 zákona č. 448/2008 Z. z. o sociálnych službách), ktorá predstavuje formu dištančnej starostlivosti realizovanej prostredníctvom informačno-komunikačných technológií, v zahraničnej literatúre označovaná ako „telecare“ alebo „social alarms“. Dáta boli získané prostredníctvom N = 8 expertných pološtruktúrovaných rozhovorov, realizovaných s poskytovateľmi uvedenej sociálnej služby a expertmi/expertkami na oblasť starostlivosti o osoby vyššieho veku. Výber participantov a participantiek prebiehal zámerným výberom so zameraním na odborné skúsenosti, špecifické znalosti a aktívnu účasť na formovaní alebo implementácii skúmanej sociálnej služby, pričom do výskumu boli zapojení zástupcovia a zástupkyne verejného a mimovládneho sektora (napr. Döringer, 2021). Scenáre rozhovorov boli prispôsobené participantom na základe ich špecifických znalostí o danej službe a skúseností. Rozhovory boli nahrávané, doslovne prepísané a analyzované pomocou tematickej analýzy (Braun, Clarke, 2012), ktorá umožnila identifikovať témy relevantné k stanovenému cieľu. Výskum bol realizovaný v súlade s etickými princípmi; všetci participantí a participantky boli oboznámení s cieľom a priebehom výskumu, účasť bola dobrovoľná a založená na podpísanom informovanom súhlase. Výskum bol podporený aj Etickou komisiou Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici pod č. z.: 371/2024.

3. VÝSLEDKY

Využívanie informačno-komunikačných technológií v starostlivosti o starších ľudí formou monitorovania a signalizácie potreby pomoci (označované aj ako „telecare“) (vid'. Repková, 2017) bolo v rozhovoroch opakovane spájané s cieľom podporiť zotrvanie starších ľudí v domácom prostredí a predísť ich inštitucionalizácii (napr. Botsis, Hartvigsen, 2008), sú však aj autori, ktorí k presadzovaniu týchto záverov pristupujú miernejšie (Bayer et al., 2007). Ako uvádzame vyššie, v národnom kontexte hovoríme o poskytovaní sociálnej služby podľa § 52 zákona č. 448/2008 Z. z. o sociálnych službách. Na poskytovanie uvedenej sociálnej služby sa využívajú informačno-komunikačné technológie, najmä telefón,

fax alebo internet. V prípade osôb s nepriaznivým zdravotným stavom ide o signalizačné zariadenia (zariadenie, ktoré vysiela signál o potrebe pomoci) alebo audiovizuálne zariadenia (napr. napísanie krátkej textovej správy), ktoré má osoba vo vlastnej domácnosti s napojením na centrálny dispečing. Z pohľadu využívania týchto technológií ako sociálnej služby je potrebné skonštatovať, že táto služba je stále pomerne marginálna (napr. Repková, 2017; Správa o sociálnej situácii obyvateľstva Slovenskej republiky za rok 2024). Jedným z dôvodov, prečo je táto služba stále marginálna, môže byť pretrvávajúca orientácia na služby poskytované formou osobného kontaktu:

„V sociálnych službách sa učíme tomu chápať, aké možnosti to môže poskytnúť, a najmä nastaviť ich využívanie tak, aby tieto možnosti ľudia nevnímali ako ohrozenie prirodzenej starostlivosti, ktorej základný normatív je daný v personálnom kontakte a interakciách.“ (Expertka 1)

Participantí a participantky vnímali implementáciu týchto technológií do sociálnej starostlivosti o starších ľudí ako súčasť systémového riešenia výziev spojených so starnutím populácie. Z perspektívy dostupnosti a udržateľnosti sociálnych služieb môžu technológie prispieť k budovaniu udržateľného systému starostlivosti, najmä v kontexte obmedzených kapacít pobytových zariadení sociálnych služieb.

„Starnutie populácie je veľmi výrazné. Slovensko zatiaľ na tom nie je najhoršie. Ale za pár rokov má byť jednou z najstarších krajín v rámci Európy. Preto aj verejný sektor si uvedomuje, že tieto služby sú lacnejšie, ako dať človeka do zariadenia. Lebo to je neutržateľné.“ (Expertka 2)

„Prínosom tejto služby je to, že sa dá poskytnúť mnohým ľuďom naraz za najmenej peňazí.“ (Poskytovateľ 1)

Z perspektívy starších ľudí je využívanie týchto technológií spájané predovšetkým s minimalizáciou rizík, ktoré by mohli viesť k strate autonómie a následnej inštitucionalizácii. Implementácia služby monitorovania a signalizácie potreby pomoci je vnímaná ako spôsob podpory zotrvanie staršieho človeka v prirodzenom prostredí čo najdlhšie:

„Štyridsať zachránených životov, dokázateľne potvrdených zachránených životov od lekárov.“ (Poskytovateľ 1)

Využívanie služby monitorovania a signalizácie potreby pomoci (§ 52 zákona č. 448/2008 Z. z. o sociálnych službách) a rôznych asistenčných technológií má svoje opodstatnenie aj pre skupinu blízkych ľudí, rodinných príslušníkov, ktorí môžu zastávať rolu neformálneho opatrovateľa (Poskytovateľka 3). Participantí a participantky zdôraznili, že súčasne demografické a sociálne zmeny, najmä migrácia mladších generácií za prácou a rastúca mobilita, vedú k situáciám, v ktorých starší ľudia zostávajú osamelí, často aj vo vidieckom prostredí. V tomto kontexte sa využívanie technológií javí ako jeden z nástrojov, ktorý môže podporiť poskytovanie starostlivosti na diaľku a odľahčiť rodinných príslušníkov, napr. aj v čase, keď sú v zamestnaní.

Tu je však dôležité rozlišovať medzi využívaním sociálnej služby, kde hovoríme o kvalifikovanom zásahu, a komerčnými produktmi. Neformálni opatrovatelia si môžu technológie, ako sú kamerové systémy, mobilné aplikácie, SOS náramky či hodinky, voľne zakúpiť a používať bez napojenia na dispečing, čo z hľadiska participantky predstavuje zásadný rozdiel z hľadiska kvality a rýchlosti reakcie v krízovej situácii:

„Viem, že známi mali kamerový systém, v mobilnom telefóne pozorovali rodičov a nebola to žiadna služba, čiže sú dostupné na trhu aj takéto nástroje. Táto služba je zaujímavá preto, že je to kvalifikovaný zásah. Nie to technologické vybavenie, ale to, že niekto kvalifikovane vyhodnotí situáciu a okamžite poskytne pomoc. Lebo keď aj ako rodinný príslušník na tej kamere vidím, že sa niečo stalo, kým dobehne človek, kým zavolá pomoc... Tu si človek okamžite stlačí a môže mať privolanú pomoc.“ (Expertka 1)

Rodinní príslušníci a blízki ľudia zastávajú pri využívaní týchto technológií dôležitú pozíciu. Vo väčšine prípadov býva poskytovanie tejto služby iniciované práve rodinnými príslušníkmi alebo blízkymi osobami, ktoré pociťujú obavy o bezpečnosť staršieho človeka. Nakoľko neformálna starostlivosť nemusí byť vždy len o poskytovaní priamej starostlivosti, môžeme aj vyhľadanie a zabezpečenie tejto služby považovať za formu organizácie a zabezpečovania starostlivosti:

„Deti, ktoré majú strach o rodičov, tak tie si tie služby objednávajú...“ (Expertka 2)

„Pri podaní žiadosti je väčšinou rodina.“ (Poskytovateľka 2)

Motív k zavedeniu tejto služby býva často spojený s vznikom konkrétnej krízovej situácie, najmä pády alebo situácie, v ktorých si starší človek nevedel privolať pomoc. Čo môžeme v podstate považovať za limit:

„Bežne sa nám stáva, že nám zavolá dcéra, vnučka alebo niekto príbuzný, že babka nám spadla, celú noc ležala v kúpeľni, nikto nevedel, čo sa stalo, a ona si nevedela privolať pomoc. Keď sa už dostanú do tej núdze, tak vtedy nás príbuzní oslovujú, hľadajú riešenia, čo by mohli...“ (Poskytovateľka 4)

Participanti a participantky rovnako zdôraznili, že sociálna služba monitorovania a signalizácie potreby pomoci je založená na prepájaní viacerých aktérov – staršieho človeka, rodiny a poskytovateľa služby. Rodinní príslušníci vystupujú mnohokrát v pozícii dohliadajúcich osôb, ktoré sú informované v prípade neštandardnej situácie:

„Táto služba spája ľudí dokopy, spája človeka v riziku s jeho blízkymi, rodinou. Čiže tu je absolútne kľúčové vysvetľovať rodinám podstatu tejto služby, jednak recipientskej populácii a rodinám. Je to služba robená ľuďmi pre ľudí. A je o ľuďoch, ona je len podporným mechanizmom, ktorý pomáha operatívnejšie komunikovať týmito trom zložkami. Veľmi často je táto služba o tom, že človek si určí blízku osobu, ktorá má byť informovaná v prípade krízovej situácie. Čiže to je triangel. Nie dvojčka – personál a odkázaná osoba.“ (Expertka 1)

„Za dohliadajúce osoby bývajú určení rodinní príslušníci. Ak je človek v ohrození, nastala nejaká neštandardná situácia. Rodine príde informácia.“ (Poskytovateľka 3)

„Sme radi, keď sú tam aj rodinní príslušníci, ale nie vždy to tak funguje. Často sú ale v pozícii oprávnených osôb a vedia sa v prípade potreby dostaviť na miesto do piatich minút.“ (Poskytovateľ 1)

„My sme len médium medzi prijímateľom sociálnej služby a záchrannými zložkami, respektíve medzi rodinou, príbuznými a prijímateľmi sociálnej služby.“ (Poskytovateľka 4)

V súvislosti s prínosmi poskytovania uvedenej služby participanti a participantky zdôrazňovali jej prevenčný charakter. Zároveň

poukazovali aj na jej ekonomickú dostupnosť, flexibilitu a podporný charakter:

„Dlhšie môžu byť doma... a stojí to málo, je to lacnejšie ako čokoľvek iné.“ (Expertka 2)

„Prívlaskty: doplnkový a prechodný. V niektorých prípadoch to môže byť aj prechodné riešenie. Dajme tomu, pomoc poskytuje rodina, je sebaobslužná, vie zabezpečiť monitoring bežnými nástrojmi, prostriedkami, za bežného chodu, lebo bývajú vedľa seba, alebo odídu niekde na prechodnú dobu.“ (Expertka 1)

V niektorých prípadoch sa môžeme stretnúť aj s jej prívlasktom doplnková:

„Pretože je to dohľad na diaľku, rodina si vie skontrolovať, či sa náhodou nedeje niečo neštandardné, čo by ohrozovalo samotného človeka.“ (Poskytovateľ 4)

4. DISKUSIA

Poskytovanie neformálnej starostlivosti osobám vyššieho veku v ich prirodzenom prostredí môžeme vnímať ako formu neplatennej práce, podobne ako domáce práce či starostlivosť o deti (Labbas, Stanfors, 2025). Neformálni opatrovatelia sú považovaní za jeden z kľúčových pilierov starostlivosti o starších ľudí, ktorí čelia závažným zdravotným ťažkostiam alebo znevýhodneniu (Feinber, 2019). Poskytovanie neformálnej starostlivosti so sebou prináša množstvo nákladov, ktoré sú často nepriame a nesie ich samotný neformálny opatrovateľ (Forden, 2025). Zátťaž, ktorej sú vystavení, môže viesť až k zvýšenému riziku vyhorenia a môže zhoršiť ich duševné alebo fyzické zdravie (Fenstermacher et al., 2022; Soh et al., 2025), čo potvrdzuje potrebu hľadania nástrojov, ktoré by mohli túto zátťaž aspoň čiastočne zmierňovať.

V tomto kontexte sa využívanie informačno-komunikačných technológií prostredníctvom sociálnej služby monitorovania a signalizácie potreby pomoci (§ 52 zákona č. 448/2008 Z. z. o sociálnych službách) javí ako jeden z možných podporných mechanizmov pre neformálnych opatrovateľov. Využívanie týchto technológií v podobe sociálnej služby môžeme radiť medzi služby zapadajúce do rámca „telecare“, hoci charakter, aký má sociálna služba dnes, má skôr podobu „social alarms“ než komplexnej intervencie „telecare“, ktorá by zahŕňala široké spektrum preventívnych, podporných a ďalších opatrení.

Hoci téma neformálnej starostlivosti nebola v empirických dátach explicitne pomenovaná, analýza výpovedí expertov a poskytovateľov sociálnej služby ukazuje, že služba monitorovania a signalizácie potreby pomoci je s neformálnou starostlivosťou prepojená na úrovni praxe, aktérov a funkcií, ktoré plní. Tento vzťah sa v dátach objavoval v súvislosti s opisom rozhodovacích procesov, iniciačných mechanizmov a participácie rodinných príslušníkov na poskytovaní uvedenej sociálnej služby. Výskum ukázal, že iniciátormi poskytovania sociálnej služby nie sú vždy starší ľudia, ktorým hrozí riziko, ale ich rodinní príslušníci, najmä deti, ktoré pociťujú obavy o bezpečnosť rodičov v čase, keď nemôžu fyzicky byť prítomní. Príkladom môže byť čas, keď majú pracovné povinnosti, alebo situácie, kedy rodinní príslušníci žijú v geograficky vzdialenejších regiónoch (Spann et al., 2021). Samozrejme, rodinní príslušníci a blízki ľudia nevstupujú do procesu poskytovania sociálnej služby len ako iniciátori alebo sprostredkovatelia, ale aj ako aktívni účastníci v starostlivosti, napr. v úlohe dohliadajúcej osoby alebo kontaktnej osoby v prípade krízových situácií. Služba tak nepredstavuje náhradu neformálnej

starostlivosti, ale nástroj, ktorý môže jej poskytovanie uľahčiť, minimalizovaním rizika na strane opatrovanej osoby.

Zároveň je dôležité zodpovedať otázku, aký je rozdiel v poskytovaní sociálnej služby monitorovania a signalizácie potreby pomoci v porovnaní s komerčnou technológiou, ktorá môže byť v mnohých neformálnych opatrovateľov jednou z alternatív. Ich najvýznamnejší rozdiel spočíva v kvalifikovanom zásahu, to znamená, že pri komerčných technológiách absentuje odborná intervencia zo strany profesionála, ktorý je prítomný na dispečingu a vyhodnocuje vzniknuté situácie.

Monitorovanie a signalizácia potreby pomoci má presah do oblasti neformálnej starostlivosti. V tomto zmysle ju možno vnímať ako podporný nástroj neformálnej starostlivosti, ktorý ju nenahrádza, ale v mnohých prípadoch uľahčuje. Príspevok poukazuje na fakt, že význam technológií možno analyzovať z rôznych perspektív a cieľových skupín.

Zdroje

1. Ágren, A., Wallroth, V. (2025). Representations of informal caregiving of older adults in the Swedish news media. *Social Problems*. 00, p. 1-15. <https://doi.org/10.1093/socpro/spaf073>.
2. Balogová, B. et al. (2018). Social Loneliness and Social Support in the Elderly. *Ad Alta: Journal of Interdisciplinary Research*. 8(2), 2018. p. 158.
3. Bayer, S. et al. (2007). Assessing the impact of a care innovation: telecare. *System Dynamics Review*. 23, p. 61-80. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/sdr.361>.
4. Beech, R., Roberts, D. (2008). *Assistive technology and older people: research briefing*. London : Social Care Institute for Excellence, 2008. https://www.researchgate.net/profile/DianeRoberts4/publication/242769349_.
5. Beesley, L. (2006). Informal Care in England. *Wanless Social Care Review*. 14(5). <https://www.scirp.org/reference/referencepapers?referenceid=3481276>.
6. Bednárík, R. (2024). *Stav sociálnej ochrany na Slovensku*. Bratislava : IVP, 78 p.
7. Bei, E. et al. (2023). Barriers, facilitators, and motives to provide distance care, and the consequences for distance caregivers: A mixed-methods systematic review. *Social Science & Medicine*. 321. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2023.115782>.
8. Bleha, B. et al. (2013). *Prognóza populačného vývoja Slovenskej republiky do roku 2060*. Bratislava : INFOSTAT. 81 p.
9. Bočáková, O. (2024). Výzvy pre verejnú správu a sociálne služby na Slovensku. *Verejná správa a sociálna politika*. 3(2), 19-36. <https://doi.org/10.25142/vssp.2023.006>.
10. Bodnárová, B. et al. (2005). Výskum potrieb poskytovania služieb pre rodiny zabezpečujúce starostlivosť o odkázaných členov. Bratislava : Stredisko pre štúdium práce a rodiny.
11. Botsis, T., Hartvigsen, G. (2008). Current status and future perspectives in telecare for elderly people suffering from chronic diseases. *Journal of Telemedicine and Telecare*. 14. P. 195-203. <https://www.researchgate.net/profile/GunnarHartvigsen/publication/5322568>.
12. Bower, P. et al. (2011). A comprehensive evaluation of the impact of telemonitoring in patients with long-term conditions and social care needs: protocol for the whole systems demonstrator cluster randomised trial. *Health Services Research*. 11(184). <http://www.biomedcentral.com/1472-6963/11/184>.
13. Braun, V. - Clarke, V. (2012). Thematic analysis. In. Cooper, P. M. et al. (2012). *APA handbook of research methods in psychology*. Bristol : APA, 2012.
14. Brownsell, S. et al. (2007). The role of telecare in supporting the needs of elderly people. *Journal of Telemedicine and Telecare*. 13(6). <https://doi.org/10.1258/135763307781644870>.
15. Bušová, B. et al. (2010). *Udržateľné financovanie sociálnych služieb pre starších ľudí - vybrané otázky*. Bratislava : Interlinks. 10p.
16. Byrne, A. C. et al. (2018). A Review and Classification of Assisted Living Systems. *Information*.
17. Cangár, M. (2018). *Prechod z inštitucionálnej na komunitnú starostlivosť v Slovenskej republike*. Bratislava : SOCIA, 2018. 154 p. https://iazasi.gov.sk/wp-content/uploads/2022/09/Prechod-z-institucionalnej-starostlivosti_nahlad.pdf.
18. Davies, A. et al. (2013). Systematic review of the effects of telecare provider for a person with social care needs on outcomes for their informal carers. *Health & Social Care in the Community*. 21(6), p. 582-597. <https://doi.org/10.1111/hsc.12035>.
19. Döringer, S. (2021). The problem-centred expert interview. Combining qualitative interviewing approaches for investigating implicit expert knowledge. *International Journal of Social Research Methodology*. 21(3). <https://doi.org/10.1080/13645579.2020.1766777>.
20. Draper, H., Sorell, T. (2013). *Telecare, remote monitoring and Care*. *Bioethics*. 27(7), 2013. P. 365-372. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1467-8519.2012.01961.x>.
21. Eccles, A. (2020). Remote care technologies, older people and the social care crisis in the United Kingdom: a Multiple Streams Approach to understanding the “silver bullet” of telecare policy. *Aging & Society*. 41(8), p. 1726-1747. <https://doi.org/10.1017/S0144686X19001776>.
22. EPTA. (2019). *Technologies in care for older people*. Stockholm : EPTA, 2019. 136 p. https://eptanetwork.org/images/document/s/minutes/EPTA_report_2019.pdf.
23. Eurostat.(2024) Population structure and ageing. https://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php?title=Population_structure_and_ageing.
24. European Ageing Network. (2019). *Long-Term Care 2030*. https://www.ean.care/media/fileman/LTC_2030_ebook_2nd_edition_v2.pdf.
25. Feinberg, F. L. (2019). Paid Family Leave: An Emerging Benefit for Employed Family Caregivers of Older Adults. *Journal of the American Geriatrics Society*. 67(7), p. 1336-1341. <https://doi.org/10.1111/jgs.15869>.
26. Fenstermacher, E. et al. (2022). Informal Caregiving Burnout Among the Sandwich Generation. *Innovation in Aging*. 20(6). <https://doi.org/10.1093/geron/igac059.3115>.
27. Fodor, J. et al. (2021). S vráskami rastú výdavky. *Komentár*, 6, p. 1-9. https://www.mfsr.sk/files/archiv/16/AWG_komentar.pdf.
28. Forden, J. (2025). Elder Caregiving Frequency, Labor Force Participation, and Work. *Journal of Aging & Social Policy*. 37(5), s. 740-755. <https://doi.org/10.1080/08959420.2024.2422671>.
29. Határ, C. (2011). Domáca verzus inštitucionálna starostlivosť o nesebestačných seniorov alebo o medzigeneračnej solidarite inak. In. Balogová, B. (2011). *Medzigeneračné mosty - vstupujeme do roka medzigeneračnej solidarity*. Prešov : FF PU v Prešove, 2011, ISBN 978-80-555-0644-9.
30. Horehárová, M. et al. (2023). *Dlhodobá integrovaná starostlivosť o seniorov na komunitnej úrovni*. Banská Bystrica : Belianum, 2023. 168 p.
31. Hvalič-Touzery, S. et al. (2022). Factors influencing informal carers's acceptance of assistive telecare systems in the pre-and post-implementation phase: A scoping study. *Health & Social Care in the Community*. 30(5), p. 1484-1504. <https://doi.org/10.1111/hsc.13840>.

32. Huang, H. et al. (2024). Exploring factors affecting the acceptance of fall detection technology among older adults and their families: a content analysis. *BMC Geriatrics*. 24(1). <https://doi.org/10.1186/s12877-024-05262-0>.
33. Christensen, K. et al. (2009). Ageing populations: the challenges ahead. *The Lancet*. 374(9696), p. 1196-1208. [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(09\)61460-4/abstract](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(09)61460-4/abstract).
34. Jeřábek, H. et al. (2005). *Rodinná péče o staré lidi*. Praha : UK FSV.
35. Káčerová, M., Ondačková, J. (2015). Proces starnutia Slovenska v európskom kontexte. *Slovenská štatistika a demografia*. 25(3), p. 44-58.
36. *Koncepcia financovania sociálnych služieb* (2024).
37. Košutzká, Z. (2022). *Pády u seniorov*. Bratislava : UK v Bratislave, 2022. 71 s.
38. Krupa, S. et al. (2007). *Transformácia domova sociálnych služieb s cieľom sociálnej a pracovnej integrácie ich obyvateľov*. Bratislava : Rada pre poradenstvo v sociálnej práci.
39. Labbas, E., Stanfors, M. (2025) Unpaid Care for Elderly Parents and Labor Supply Among Older Working-Age Men and Women. *Feminist Economics*. 21(3), p. 72-98. <https://doi.org/10.1080/13545701.2025.2530081>.
40. McGettigan, S. et al. (2024). Adverse Drug Reaction in Multimorbid Older People Exposed to Polypharmacy: Epidemiology and Prevention. *Pharmacoepidemiology*. 3(2), p. 208-222. <https://doi.org/10.3390/pharma3020013>.
41. MPSVaR. (2024). *Koncepcia reformy financovania sociálnych služieb. Východisková pre zmenu systému financovania sociálnych služieb dlhodobej starostlivosti*. Bratislava : MPSVaR. 51 p.
42. MPSVaR. (2025). *Správa o sociálnej situácii obyvateľstva za rok 2024*. Bratislava : MPSVaR. 336 p.
43. MPSVaR. (2021). *Stratégia dlhodobej starostlivosti v Slovenskej republike. Integrovaná sociálno-zdravotná starostlivosť*. Bratislava : MPSVaR. 50 p.
44. MPSVaR. (2021). *Národná stratégia deinštitucionalizácie systému sociálnych služieb a náhradnej rodinnej starostlivosti*. Bratislava : MPSVaR. 53 p.
45. MPSVaR. (2021). *Národný program aktívneho starnutia na roky 2021-2030*. Bratislava : MPSVaR.
46. Nielsen, C. R. et al. (2017). Disparities in multimorbidity across Europe-Findings from the SHARE Survey. *European Geriatric Medicine*. 8(1), p. 16-21. <https://doi.org/10.1016/j.eurger.2016.11.010>.
47. OECD. (2023). *Health at a Glance 2023 – OECD Indicators*. Paris : OECD Publishing, 234 p. ISBN 978-92-64-94896-9.
48. Patel, N., Yeboah, J. (2024). Multimorbidity in the Era of Increasing Life Expectancy and Aging Population. *European Journal of Heart Failure*. 26(4), p. 869-870. <https://doi.org/10.1002/ejhf.3243>.
49. Peeters, M. J. et al. (2012). Factors influencing the adoption of home telecare by elderly or chronically ill people: a national survey. *Journal of Clinical Nursing*. 21(21-22), p. 3183-3193. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2702.2012.04173.x>.
50. Poelgeest, E. et al. (2023). Optimizing pharmacotherapy and prescribing strategies in older adults living with multimorbidity and polypharmacy: EuGMS SIG on pharmacology position paper. *European Geriatric Medicine*. 14, p. 1195-1209. <https://doi.org/10.1007/s41999-023-00872-0>
51. Repková, K. (2017). IKT a sociálne služby pre staršie osoby. In. *Šance a limity seniorov v súčasnej modernej komunikácii*. Prešov : FF PU v Prešove, s. 113-122. <https://www.unipo.sk/public/media/44189/repkova.pdf>.
52. Repková, K. et al. (2010). *Dlhodobá starostlivosť o starších ľudí na Slovensku a v Európe (I). Neformálna starostlivosť*. Bratislava : IVPR, 2010. 164 s. ISBN 978-80-7138-130-3.
53. Repková, K. (2009a). *Podpora rodinných opatrovatel'ov/liek - nástroj efektívneho zosúladovania práce a opatrovania: správa z riešenia výskumnej úlohy VÚ č. 2405*. Bratislava : MPSVaR. 79 p.
54. Repková, K. (2009b). Pro-zamestnanecká perspektíva neformálne opatrovujúcich osôb. *Rodina a práca*. 5, p. 31-48.
55. Sanford, M. A. et al. (2020). High prevalence of geriatric syndromes in older adults. *PloS One*. 15(6), <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0233857>.
56. Sigurlaugardottir, S. et al. (2025). Elements of burden among informal caregivers of community-dwelling older adults receiving home care nursing: a cross-sectional study on health status, well-being, and gender differences. *BMC Geriatrics*. 25(623). <https://doi.org/10.1186/s12877-025-06320-x>.
57. Skyba, M. (2017). Vplyv IKT na kvalitu života a aktívne starnutie seniorov. In. Balogová, B. et al. (2017). *Šance a limity seniorov v súčasnej modernej komunikácii (negatívna a pozitívna IKT v živote seniorov)*. Prešov : FF Prešovská univerzita, 2017. 225 s.
58. Soh, C. X. et al. (2025). Prevalence of depression anxiety, burden, burnout, and stress in informal caregivers: An umbrella review of meta-analyses. *Archives of Gerontology and Geriatrics Plus*. 2(3). <https://doi.org/10.1016/j.aggp.2025.100197>.
59. Spann, A. et al. (2021). Benefits and barriers of technologies supporting working carers – A scoping review. *Health and Social Care in the Community*. <https://doi.org/10.1111/hsc.13421>.
60. Steils, N. et al. (2021). Carer's involvement in telecare provision by local councils for older people in England: perspectives of council telecare managers and stakeholders. *Aging & Society*. 41(2), p. 456-475. <https://doi.org/10.1017/S0144686X1900120X>.
61. Steventon, A. et al. (2013). Effect of telecare on use of health and social care services: findings from the Whole Systems Demonstrator cluster randomised trial. *Age and Ageing*. 42(4), 501-508. <https://doi.org/10.1093/ageing/aft008>.
62. Stökke, R. et al. (2021). A qualitative study of what care workers do to provide patient safety at home through telecare. *Health Services Research*. 21(1). <https://doi.org/10.1186/s12913-021-06556-4>.
63. Šprocha, B., Ďurček, P. (2019). *Starnutie populácie Slovenska v čase a priestore*. Bratislava : SAV, 100 p. https://www.infostat.sk/vdc/pdf/2024/Kmenova_populacna_prognosa_Slovenska_%202022-2080.pdf.
64. Šprocha, B. et al. (2024). *Kmeňová populačná prognóza Slovenska (2022-2080)*. Bratislava : INFOSTAT, 68 p.
65. Štatistický úrad Slovenskej republiky (Data Cube) (2024). *Zdravotné roky života a Stredná dĺžka života*. <https://statdat.statistics.sk>.
66. Tchalla, A. et al. (2023). Effectiveness of a home-based telesurveillance program in reducing hospital readmissions in older patients with chronic disease: The eCOBAHLT randomized controlled trial. *Journal of Telemedicine and Telecare*. 31(2). <https://doi.org/10.1177/1357633X231174488>.
67. Watson, P., Bearpark, T., Ling, J. (2020). The impact of rapid response and telecare services on elderly and vulnerable residents. *Health and Social Care*. 29, 2020. <https://doi.org/10.1111/hsc.13123>.
68. Wong, Ch. K. A. et al. (2023). Effect of telecare-based intervention on stress levels in informal caregivers of older adults: protocol for a randomized controlled trial. *Frontiers in Psychiatry*. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2023.1167479>.
69. Uríčková, A., Schildová, D., Ilievová, E. (2018). Identifikácia rizikových faktorov pádov u geriatrických pacientov v sledovanom období v rokoch 2010-2014. *Kontakt*. 3. p. 241-248. <https://kont.zsf.jcu.cz/pdfs/knt/2018/03/04.pdf>.
70. *Zákon Národnej Rady Slovenskej republiky číslo 448/2008 Z. z. o sociálnych službách a o zmene a doplnení zákona č. 455/1991 Zb. o živnostenskom podnikaní v znení neskorších predpisov*.

GRANT journal

◆ Lékařské vědy
◆ Medical sciences

Assistive Digital Technologies for Adherence Monitoring and Evaluation Using Multimodal Patient Data

Aneta Buchtelová^{1,2}
Vojtěch Malina¹
Milada Luisa Šedivcová¹
Jan Kašpar¹
Ondřej Pelák¹

¹Faculty of Biomedical Engineering, Czech Technical University in Prague, Department of Information and Communication Technologies in Medicine, José Martího 269/31, 162 52, Praha 6 – Veveslavín, email: aneta.buchtelova@fbmi.cvut.cz

²Faculty of Biomedical Engineering, Czech Technical University in Prague, Department of Natural Sciences

Grant: SGS23/203/OHK4/3T/17

Name of the Grant: Development of an algorithm for user data processing to support a healthy lifestyle

Category: FQ – Public health system, social medicine

© GRANT Journal, MAGNANIMITAS Assn.

Abstract Adherence to therapeutic recommendations is a key determinant of treatment effectiveness across medical disciplines, yet its reliable assessment remains challenging in real-world settings. This paper presents an assistive digital framework for adherence monitoring and evaluation based on multimodal patient-generated data. The proposed system integrates wearable-derived physiological data, mobile self-reported behavioral inputs, and contextual clinical information into a unified assessment pipeline. An interpretable algorithmic approach combining categorical evaluation, normalization, and weighted aggregation is introduced to quantify daily adherence. The framework emphasizes transparency, flexibility, and practical usability rather than black-box prediction models. Pilot study confirmed technical feasibility, reliable data integration, and high user acceptance, supporting the applicability of the approach in real-world conditions.

Key words assistive technology, mobile application, multimodal data, health, wearable technologies

1. INTRODUCTION

Adherence to therapeutic recommendations represents a critical determinant of treatment effectiveness across a wide range of medical domains. Insufficient adherence to prescribed behavioral, pharmacological, or lifestyle interventions is associated with reduced clinical outcomes, increased healthcare costs, and diminished quality of life [1]. Despite its recognized importance, adherence remains difficult to monitor objectively, particularly outside controlled clinical environments. Traditional approaches relying on patient self-reporting or sporadic clinical assessments often fail to capture the dynamic and context-dependent nature of everyday patient behavior [2,3].

Recent advances in digital health technologies have created new opportunities for continuous and unobtrusive adherence monitoring. Wearable sensors, mobile health applications, and connected medical devices enable the collection of diverse patient-generated

data reflecting physiological signals, behavioral patterns, and subjective experiences [4,5]. When combined, such multimodal patient data provide a more comprehensive view of adherence-related behavior than any single data source alone. However, the increasing volume and heterogeneity of these data also introduce significant challenges related to integration, interpretation, and meaningful clinical utilization [6].

Assistive digital technologies aim to address these challenges by supporting both patients and healthcare professionals through intelligent data processing, feedback mechanisms, and decision support. Within the context of digital therapeutics, assistive systems can facilitate personalized monitoring, early detection of non-adherence, and adaptive interventions tailored to individual patient needs [7]. A key requirement for such systems is the availability of transparent and interpretable methods for translating raw multimodal data into actionable adherence indicators that can be understood by end users without advanced technical expertise [8].

This paper presents a technological and algorithmic framework for adherence monitoring based on multimodal patient-generated data. The proposed approach integrates data from wearable devices, mobile self-reporting tools, and clinically relevant measurements into a unified adherence evaluation model. A weighted daily adherence score is introduced to enable standardized assessment across heterogeneous parameters while preserving flexibility for different therapeutic contexts. The framework has been implemented within an assistive digital system and preliminarily verified through application in a pilot observational study, demonstrating its feasibility for real-world adherence monitoring. By focusing on system architecture, data integration, and algorithmic design, this work contributes to the development of scalable assistive digital technologies supporting adherence within digital therapeutic pathways.

2. SYSTEM ARCHITECTURE

The proposed assistive digital system was designed to support continuous adherence monitoring through the integration of

heterogeneous patient-generated data sources. The architecture follows a modular and scalable design, enabling flexible adaptation to different therapeutic contexts and monitored parameters. The system combines wearable-based physiological sensing, mobile self-reporting, and clinically relevant measurements into a unified data processing pipeline.

2.1 Data Acquisition Layer

The data acquisition layer consists of multiple sources capturing complementary aspects of patient behavior and physiological state. First, wearable devices are used to continuously monitor objective physiological and activity-related parameters, such as sleep duration, physical activity, and daily routines. These devices enable passive, unobtrusive data collection in real-world conditions, minimizing patient burden and recall bias.

Second, a custom mobile application serves as a self-reporting interface for collecting subjective and behavioral data. Through short daily questionnaires, patients report variables relevant to therapeutic adherence, including perceived stress, lifestyle behaviors, and task completion. The application is designed to ensure high usability and compliance by limiting interaction time and employing simple input mechanisms.

In addition to patient-generated data, selected clinically relevant measurements may be incorporated when available. These measurements, obtained during routine clinical visits or remote assessments, provide contextual validation and enhance the interpretability of digitally collected data. Together, these sources form a multimodal dataset reflecting both objective and subjective dimensions of adherence.

2.2 Data Synchronization and Integration

A critical component of the system architecture is the temporal synchronization and integration of heterogeneous data streams. Data originating from wearable devices, mobile self-reports, and clinical measurements differ in sampling frequency, timing, and format. To address this heterogeneity, all data are aligned to a common temporal reference, typically a daily observation window.

Wearable-derived parameters are aggregated into daily summaries using predefined rules corresponding to the monitored therapeutic objectives. Self-reported data are time-stamped at the moment of user input and linked to the same daily window. Clinical measurements are associated with the closest relevant time interval and treated as contextual inputs rather than continuous signals. This synchronization strategy enables consistent pairing of multimodal data for downstream adherence evaluation.

2.3 Data Processing and Normalization

Following integration, raw data undergo preprocessing and normalization to ensure comparability across parameters. Continuous variables are transformed into clinically or behaviorally meaningful categories based on predefined thresholds. These thresholds may reflect recommended therapeutic targets, clinical guidelines, or empirically derived reference ranges.

Each parameter is subsequently mapped onto a normalized adherence scale, allowing heterogeneous inputs to be combined within a single evaluation model. This normalization step is essential for maintaining interpretability and preventing dominance

of any single data modality. The resulting normalized values form the input to the adherence scoring algorithm described in the subsequent section.

2.4 Adherence Evaluation and Feedback Layer

The adherence evaluation layer implements the algorithmic logic for computing daily adherence scores based on weighted combinations of normalized parameters. Weighting coefficients allow prioritization of parameters according to therapeutic relevance or individual patient profiles. The output of the evaluation is a continuous adherence score, complemented by a categorical classification to support intuitive interpretation.

To facilitate user engagement and clinical usability, adherence results are presented through a simplified visual feedback mechanism based on a traffic-light model. This representation enables rapid identification of high, moderate, or low adherence states and supports timely behavioral adjustments or clinical interventions. The feedback layer is designed to function both as a patient-facing motivational tool and as a clinician-facing monitoring aid.

2.5 System Scalability and Extensibility

The proposed architecture is intentionally designed to be extensible. Additional data sources, such as new wearable sensors or external health information systems, can be incorporated without altering the core evaluation logic. Similarly, therapeutic plans can be customized by modifying parameter sets, thresholds, and weights, allowing the system to support diverse clinical scenarios.

This modular approach supports future expansion toward advanced analytics, including machine learning-based personalization and predictive modeling. By separating data acquisition, processing, and evaluation layers, the system provides a robust foundation for scalable assistive digital technologies aimed at adherence monitoring in digital therapeutic applications. Figure 1 provides a conceptual overview of the system architecture and the flow of multimodal patient data across system components.

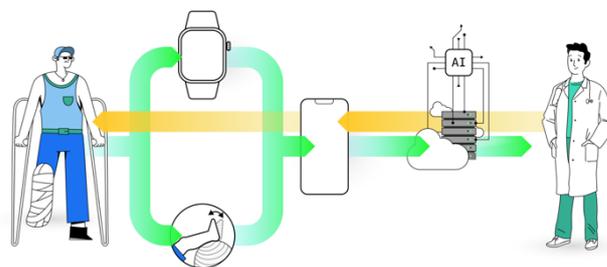


Figure 1 - Conceptual overview of the assistive digital system for adherence monitoring using multimodal patient data. Patient-generated data are continuously collected via wearable sensors and self-reporting via mobile application, processed in a cloud-based environment, and translated into interpretable feedback supporting both patient engagement and clinical oversight.

3 ALGORITHMIC FRAMEWORK FOR ADHERENCE EVALUATION

The proposed assistive digital system incorporates an algorithmic framework designed to transform heterogeneous multimodal patient

data into a unified and interpretable indicator of therapeutic adherence. Given the diversity of monitored parameters and therapeutic contexts, the framework emphasizes transparency, modularity, and clinical interpretability, allowing its application across different digital therapeutic scenarios without reliance on opaque or black-box models.

3.1 Parameter Evaluation and Normalization

Each monitored parameter is first evaluated independently according to predefined behavioral or clinical thresholds derived from therapeutic recommendations, clinical guidelines, or empirical reference values. These thresholds define adherence-related categories reflecting the degree to which patient behavior aligns with the prescribed therapeutic plan. To support intuitive interpretation by both patients and healthcare professionals, a three-level traffic-light model is applied, distinguishing optimal adherence, partial adherence, and non-adherence.

Following categorical evaluation, adherence levels are transformed into normalized numerical values to enable aggregation across heterogeneous data modalities. This normalization step maps categorical states onto a bounded numerical scale between zero and one, ensuring that parameters with different units, sampling frequencies, and measurement characteristics can be compared and combined within a single evaluation framework. By preserving a direct correspondence between categorical meaning and numerical representation, the normalization process maintains interpretability while enabling quantitative analysis.

3.2 Weighted Aggregation and Adherence Scoring

To quantitatively summarize adherence across heterogeneous monitored parameters, a weighted aggregation approach is employed. Each monitored parameter i is first assigned a categorical adherence level corresponding to the traffic-light classification, where green indicates optimal adherence, yellow partial adherence, and red non-adherence. These categorical levels are encoded as discrete values $x_i \in \{0,1,2\}$.

To ensure normalization and comparability across parameters, the categorical values are transformed into normalized adherence scores s_i according to:

$$s_i = \frac{x_i}{2}$$

where $s_i \in [0,1]$ represents the normalized adherence contribution of parameter i .

Each parameter is assigned a weighting coefficient w_i reflecting its relative importance within the therapeutic plan. The daily adherence score A_{day} is then computed as a weighted average of normalized parameter values:

$$A_{\text{day}} = \frac{\sum_{i=1}^k w_i \cdot s_i}{\sum_{i=1}^k w_i}$$

where k denotes the total number of monitored parameters. The resulting adherence score is bounded within the interval $[0,1]$, enabling intuitive interpretation and longitudinal comparison.

This formulation ensures flexibility, as both the set of monitored parameters and their corresponding weights can be adapted to

different therapeutic contexts without altering the core computational logic.

3.3 Adherence Classification and Clinical Interpretability

For practical deployment in assistive digital systems, the continuous adherence score is further translated into categorical adherence states using predefined decision thresholds. This classification yields three adherence levels corresponding to high, moderate, and low adherence, enabling rapid interpretation and actionable feedback without requiring numerical expertise.

The combination of continuous scoring and categorical classification balances analytical precision with clinical usability. While continuous scores support detailed monitoring, trend analysis, and research applications, categorical adherence states facilitate real-time feedback, patient motivation, and clinical decision support. This dual representation enhances the applicability of the framework across patient-facing and clinician-facing interfaces and supports timely identification of adherence-related risks within digital therapeutic pathways.

4 VALIDATION AND PILOT STUDY

The proposed assistive digital architecture and adherence evaluation framework were implemented and preliminarily validated through application in a pilot observational study. The primary objective of this validation was to assess the technical feasibility, reliability of multimodal data integration, and practical applicability of the system in real-world conditions, rather than to evaluate clinical efficacy.

The pilot study involved longitudinal collection of multimodal patient-generated data, including wearable-derived physiological parameters, daily self-reported behavioral inputs, and selected clinically relevant measurements. Data were collected over multiple consecutive days, enabling repeated daily adherence evaluation within naturalistic settings. This design allowed verification of system robustness under realistic usage patterns and confirmed the feasibility of continuous adherence monitoring outside controlled clinical environments.

The system successfully synchronized heterogeneous data streams characterized by different temporal resolutions, formats, and acquisition mechanisms into a unified daily evaluation window. Data preprocessing, normalization, and weighted aggregation procedures were applied consistently across all observation periods, resulting in stable and interpretable daily adherence scores. No significant data loss, synchronization failures, or system-level inconsistencies were observed during the pilot phase, indicating reliable operation of the data acquisition and processing pipeline.

In addition to technical validation, user interaction with the system was assessed to evaluate usability and acceptance. Participants demonstrated high compliance with daily self-reporting and minimal interaction burden, supporting the practicality of the assistive digital approach. The traffic-light-based adherence feedback was perceived as intuitive and easily interpretable, enabling meaningful user engagement without requiring detailed technical explanations.

Overall, the pilot application confirms the feasibility of the proposed assistive digital technologies for adherence monitoring based on multimodal patient data. While the pilot study was not designed to assess long-term clinical effectiveness within the scope of this paper, it provides a robust proof of concept demonstrating reliable

system operation in real-world conditions. Detailed quantitative and clinical outcomes of the pilot study are reported in a separate manuscript that is currently under peer review. The present paper therefore focuses on the technological architecture and algorithmic framework enabling adherence monitoring, rather than on clinical outcome evaluation.

5 DISCUSSION

This paper presented an assistive digital framework for adherence monitoring based on multimodal patient-generated data, with an emphasis on system architecture and algorithmic design rather than clinical outcome evaluation. The proposed approach addresses a key challenge in digital therapeutics: transforming heterogeneous data streams into interpretable and actionable adherence indicators that can support both patients and healthcare professionals in real-world settings.

A central contribution of this work lies in the design of a transparent and modular adherence evaluation framework. Unlike black-box approaches that rely on complex predictive models, the proposed method prioritizes interpretability by combining categorical evaluation, normalization, and weighted aggregation. This design choice enhances clinical acceptability and facilitates integration into patient-facing and clinician-facing digital tools, where clear and understandable feedback is essential for sustained engagement and trust [9,10,11].

The use of multimodal patient-generated data represents a significant advantage over traditional adherence assessment methods [3]. By integrating objective wearable-derived parameters with subjective self-reported inputs and contextual clinical measurements, the system captures multiple dimensions of patient behavior that are often overlooked in single-source approaches [12]. This multimodal perspective enables more robust adherence monitoring and provides a foundation for identifying behavioral patterns and adherence-related risks that may not be detectable through isolated measurements.

From a technological perspective, the proposed system demonstrates the feasibility of continuous adherence monitoring outside controlled clinical environments. The pilot study confirmed reliable data acquisition, synchronization, and processing under naturalistic usage conditions. High user compliance and positive acceptance of the feedback mechanism further support the practicality of assistive digital technologies for long-term adherence monitoring. Importantly, the traffic-light-based feedback model offers an intuitive balance between simplicity and informational value, supporting timely behavioral adjustments without overwhelming users.

Several limitations of the presented work should be acknowledged. The pilot validation was conducted on a limited sample and over a relatively short observation period, restricting generalizability and precluding conclusions regarding long-term clinical effectiveness. Additionally, parameter thresholds and weighting schemes were defined based on current therapeutic assumptions and may require further refinement and personalization. The framework is intentionally flexible to accommodate such adaptations, but systematic validation across diverse clinical contexts remains necessary.

Future research should focus on extending the proposed framework through larger-scale studies and longer monitoring periods to evaluate its impact on adherence behavior and clinical outcomes. The modular architecture also enables integration of advanced

analytical methods, such as adaptive weighting strategies or machine learning-based personalization, while preserving the interpretability of core adherence indicators. Moreover, further exploration of bidirectional feedback mechanisms may enhance patient engagement and support personalized digital therapeutic pathways [13,14].

Overall, this work contributes to the growing field of assistive digital technologies by demonstrating a practical and interpretable approach to adherence monitoring using multimodal patient data. By bridging wearable sensing, mobile self-reporting, and algorithmic evaluation within a unified framework, the proposed system offers a scalable foundation for future digital therapeutic applications and adherence-focused interventions.

6 CONCLUSION

This paper introduced an assistive digital framework for adherence monitoring based on multimodal patient-generated data, emphasizing system architecture and an interpretable algorithmic evaluation approach. By integrating wearable data, mobile self-reports, and contextual clinical information, the proposed system enables continuous adherence assessment in real-world settings.

The presented framework provides a transparent and flexible method for transforming heterogeneous data into a unified adherence indicator that is understandable to both patients and healthcare professionals. Pilot study confirmed the technical feasibility and practical usability of the approach. Overall, the proposed solution represents a scalable foundation for future adherence-focused digital therapeutic applications.

Sources

- 1 SABATÉ, Eduardo a WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Adherence to Long-term Therapies: Evidence for Action*. World Health Organization, 2003. ISBN 9241545992.
- 2 VRIJENS, Bernard, Sabina DE GEEST, Dyfrig A. HUGHES, et al. A new taxonomy for describing and defining adherence to medications. *British Journal of Clinical Pharmacology*[online]. Wiley, 2012, 2012-4-5, 73(5), 691-705 [cit. 2025-12-18]. ISSN 0306-5251. Available: doi:10.1111/j.1365-2125.2012.04167.x
- 3 OSTERBERG, Lars a Terrence BLASCHKE. Adherence to Medication. *New England Journal of Medicine* [online]. Massachusetts Medical Society, 2005, 2005-8-4, 353(5), 487-497 [cit. 2025-12-18]. ISSN 0028-4793. Available: doi:10.1056/nejmra050100
- 4 STEINHUBL, Steven R., Evan D. MUSE a Eric J. TOPOL. Can Mobile Health Technologies Transform Health Care? *JAMA* [online]. American Medical Association (AMA), 2013, 2013-12-11, 310(22), 2395 [cit. 2025-12-18]. ISSN 0098-7484. Available: doi:10.1001/jama.2013.281078
- 5 PIWEK, Lukasz, David A. ELLIS, Sally ANDREWS a Adam JOINSON. The Rise of Consumer Health Wearables: Promises and Barriers. *PLOS Medicine* [online]. Public Library of Science (PLOS), 2016, 2016-2-2, 13(2), e1001953 [cit. 2025-12-18]. ISSN 1549-1676. Available: doi:10.1371/journal.pmed.1001953
- 6 MURDOCH, W. James, Chandan SINGH, Karl KUMBIER, Reza ABBASI-ASL a Bin YU. Definitions, methods, and applications in interpretable machine learning. *Proceedings of the National Academy of Sciences* [online]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2019, 2019-10-16, 116(44), 22071-22080 [cit. 2025-12-18]. ISSN 0027-8424. Available: doi:10.1073/pnas.1900654116

- 7 KRYEEM, Alaa, Shmuel RAZ, Dana ELUZ, Dorit ITAH, Hagit HEL-OR a Ilan SHIMSHONI. *Personalized Monitoring in Home Healthcare: An Assistive System for Post Hip Replacement Rehabilitation* [online]. 2023, 2023-10-02, 1860-1869 [cit. 2025-12-18]. Available: doi:10.1109/iccwv60793.2023.00201
- 8 SADEGHI, Zahra, Roohallah ALIZADEHSANI, Mehmet Akif CIFCI, et al. A review of Explainable Artificial Intelligence in healthcare. *Computers and Electrical Engineering* [online]. Elsevier BV, 2024, 118, 109370 [cit. 2025-12-18]. ISSN 0045-7906. Available: doi:10.1016/j.compeleceng.2024.109370
- 9 RUDIN, Cynthia. Stop explaining black box machine learning models for high stakes decisions and use interpretable models instead. *Nature Machine Intelligence* [online]. Springer Science and Business Media, 2019, 2019-5-13, 1(5), 206-215 [cit. 2025-12-18]. ISSN 2522-5839. Available: doi:10.1038/s42256-019-0048-x
- 10 DOSHI-VELEZ, Finale a Been KIM. Towards A Rigorous Science of Interpretable Machine Learning. *ArXiv (Cornell University)* [online]. 2017, 2017-02-28 [cit. 2025-12-18]. Available: doi:10.48550/arxiv.1702.08608
- 11 YARDLEY, Lucy, Tanzeem CHOUDHURY, Kevin PATRICK a Susan MICHIE. Current Issues and Future Directions for Research Into Digital Behavior Change Interventions. *American Journal of Preventive Medicine* [online]. Elsevier BV, 2016, 51(5), 814-815 [cit. 2025-12-19]. ISSN 0749-3797. Available: doi:10.1016/j.amepre.2016.07.019
- 12 COHEN, Deborah J, Sara R KELLER, Gillian R HAYES, David A DORR, Joan S ASH a Dean F SITTIG. Integrating Patient-Generated Health Data Into Clinical Care Settings or Clinical Decision-Making: Lessons Learned From Project HealthDesign. *JMIR Human Factors* [online]. JMIR Publications, 2016, 2016-10-19, 3(2), e26 [cit. 2025-12-18]. ISSN 2292-9495. Available: doi:10.2196/humanfactors.5919
- 13 MICHIE, Susan, Lucy YARDLEY, Robert WEST, Kevin PATRICK a Felix GREAVES. Developing and Evaluating Digital Interventions to Promote Behavior Change in Health and Health Care: Recommendations Resulting From an International Workshop. *Journal of Medical Internet Research* [online]. JMIR Publications, 2017, 2017-6-29, 19(6), e232 [cit. 2025-12-18]. ISSN 1438-8871. Available: doi:10.2196/jmir.7126
- 14 YARDLEY, Lucy, Bonnie J. SPRING, Heleen RIPER, et al. Understanding and Promoting Effective Engagement With Digital Behavior Change Interventions. *American Journal of Preventive Medicine* [online]. Elsevier BV, 2016, 51(5), 833-842 [cit. 2025-12-19]. ISSN 0749-3797. Available: doi:10.1016/j.amepre.2016.06.015

GRANT journal

◇ Zemědělství
◇ Agriculture

Hodnotenie *in vitro* degradácie zearalenónu bezbunkovými supernatantmi vybraných probiotických baktérií

Michaela Harčárová¹
Eva Čonková²
Alena Hreško Šamudovská³
Stanislav Hreško⁴
Andrej Marcin⁵
Tomáš Mihok⁶
Lukáš Bujňák⁷

¹Katedra výživy a kŕmenia zvierat, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach; Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika; michaela.harcarova@uvlf.sk

²Katedra farmakológie a toxikológie, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach; Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika; eva.conkova@uvlf.sk

³Katedra výživy a kŕmenia zvierat, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach; Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika; alena.hreskosamudovska@uvlf.sk

⁴Katedra výživy a kŕmenia zvierat, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach; Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika; stanislav.hresko@uvlf.sk

⁵Katedra výživy a kŕmenia zvierat, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach; Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika; andrej.marcin@uvlf.sk

⁶Katedra výživy a kŕmenia zvierat, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach; Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika; tomas.mihok@uvlf.sk

⁷Katedra výživy a kŕmenia zvierat, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach; Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika; lukas.bujnak@uvlf.sk

Grant: VEGA č. 1/0698/24

Název grantu: Sledovanie účinku kŕmnych doplnkových látok prírodného pôvodu a alternatívnych kŕmnych komponentov na produkciu a zdravie monogastrických zvierat

Oborové zamčrenie: GH - Výživa hospodárskych zvierat

© GRANT Journal, MAGNANIMITAS Assn.

Abstrakt Mykotoxín produkovaný hubami rodu *Fusarium* zearalenón sa často vyskytuje v krmivách pre zvieratá a v ľudských potravinách. V súčasnej dobe existujú rôzne preventívne metódy, ktorými je možné degradovať zearalenón v potravinách a krmivách. Táto práca bola zameraná na vyhodnotenie úrovne degradácie zearalenónu v koncentrácii 1 ppm pomocou bezbunkových supernatantov probiotických baktérií *Limosilactobacillus fermentum* 2I3, *Limosilactobacillus reuteri* L26, *Lactiplantibacillus plantarum* CCM 1904 a *Bacillus subtilis*. Najvyššiu mieru degradácie 1 ppm zearalenónu vykazoval bezbunkový supernatant druhu *Bacillus subtilis*. V závislosti od použitej koncentrácie (100 %, 50 % a 25 %) sa stupeň degradácie pohyboval od 4,4 % do 3,8 %. Najmenej účinný bol supernatant *L. plantarum* CCM 1904, úroveň degradácie sa pohybovala v rozptätí 0,01 % – 0,4 %.

Kľúčová slova Degradácia, mykotoxíny, zearalenón

1. ÚVOD

S globálnou zmenou klímy a znečistením životného prostredia sa môže zvyšovať aj riziko kontaminácie potravín a plodín mikroskopickými vláknitými hubami. Kontaminácia krmív a potravín mikromycétami a ich sekundárnymi metabolitmi (mykotoxínmi) sa stáva globálnym problémom. Okrem iných mykotoxínov sa za poľnohospodársky významný kontaminant považuje zearalenón (ZEA). Zearalenón sa vyskytuje najmä v obilninách, ako je kukurica, pšenica, ryža, jačmeň, cirok, sója, ovos a vo výrobkoch z nich (Han a kol., 2022). Na negatívne účinky zearalenónu sú senzitivne ošpané, králiky, hydina ale aj ľudia prostredníctvom príjmu mykotoxínom znehodnotených potravín a krmív (Bulgaru a kol., 2021). Zearalenón je celosvetovo rozšírený a

vykazuje estrogénom podobnú aktivitu. Predstavuje zdravotné riziko pre ľudí a hospodárske zvieratá v súvislosti s reprodukčnou sústavou. Je menej citlivý na zmeny prostredia a tepelné spracovanie, zostáva stabilný počas skladovania a spracovania potravín (Yazar a kol., 2008).

Z hľadiska prevencie výskytu mykotoxínov existuje mnoho rôznych postupov a prostriedkov na degradáciu a elimináciu mykotoxínov v krmivách a potravinách. Jednou z možností je degradácia mykotoxínov prostredníctvom biologických metód. Princípom biodegradácie je použitie enzýmov a metabolitov nepatogénnych mikroorganizmov (baktérie alebo kvasinky), ktoré vznikajú počas ich rastu a vývoja. Mikroorganizmy môžu priamo adsorbovať mykotoxíny alebo ich redukovať (Feng a kol., 2020; Xu a kol., 2022). Nepatogénne mikróby, ako napríklad druhy rodov *Bacillus*, *Saccharomyces* a *Lactobacillus*, majú schopnosť detoxikovať krmivá kontaminované zearalenónom, pretože spĺňajú štandardy bezpečnosti používania bez toho, aby krmivo negatívne ovplyvňovalo v súvislosti s nepríjemným zápachom alebo chuťou (Wang a kol., 2019; Zhu a kol., 2021). Zistilo sa, že niektoré kvasinky a kmene *Lactobacillus* sú cytologicky kompatibilné so ZEA, sú schopné ho adsorbovať a tým znižujú jeho biologickú dostupnosť (Vega a kol., 2021). Okrem toho sa potvrdilo, že mikroorganizmy, ako napríklad *Bacillus subtilis*, môžu meniť molekulárnu štruktúru ZEA počas svojich metabolických procesov, čím sa môže znížiť jeho estrogénny účinok (Ju a kol., 2019).

Cieľom tejto práce bolo vyhodnotiť úroveň degradácie zearalenónu v koncentrácii 1 ppm použitím štyroch rôznych bezbunkových supernatantov probiotických baktérií *Limosilactobacillus fermentum* 2I3, *Limosilactobacillus reuteri* L26, *Lactiplantibacillus plantarum* CCM 1904 a *Bacillus subtilis*.

2. MATERIÁL A METODIKA

2.1 Príprava bezbunkových supernatantov

Pri príprave bezbunkového supernatantu z kmeňa *Bacillus subtilis* (Bs) bola použitá 24-hodinová kultúra narastená na B10 agare pri 35°C. Pomocou sterilnej inokulačnej kľučky s objemom 10 µl boli odobraté bakteriálne kolónie, ktorými bolo inokulovaných 50 ml B10 bujónu v Erlenmeyerových bankách. Bezbunkové supernatanty jednotlivých kmeňov laktobacilov *Limosilactobacillus fermentum* 213 (L1), *Limosilactobacillus reuteri* L26 (L2), *Lactiplantibacillus plantarum* CCM 1904 (L3) boli pripravené inokuláciou 50 ml MRS bujónu kolóniami narastenými za anaeróbných podmienok na MRS agare pri 35 °C počas 48 h, pričom anaeróbia bola zabezpečená použitím systému GasPak. Kultivácia buniek z kmeňov laktobacilov L1, L2 a L3 a *Bacillus subtilis* prebiehala v termostate za aeróbných podmienok pri 35 °C s pretrepávaním na orbitálnej trepačke (Orbital Shaker – Biosan) pri 170 rpm. Po 24-hodinovej inkubácii bola suspenzia kmeňa *B. subtilis* centrifugovaná dvakrát po 20 min pri 6000 rpm. Po druhej centrifugácii bol získaný čistý bezbunkový supernatant, ktorý bol následne prefiltrovaný cez sterilný mikrobiologický filter s pórovitosťou 0,22 µm. Supernatanty laktobacilových kmeňov L1, L2 a L3 boli pripravené analogickým postupom, avšak doba inkubácie bola predĺžená na 48 h. Bezbunkové supernatanty laktobacilov boli testované v 4 koncentráciách: 100 %, 50 %, 25% a 12,5% a Bs v 3 koncentráciách: 100 %, 50 % a 25 %. Pri riedení bezbunkových supernatantov na nižšie koncentrácie sme použili MRS bujón pre laktobacily a B10 bujón pre *Bacillus subtilis*.

2.2 Postup testovanie biologickej degradácie zearalenónu in vitro

Zearalenón bol k jednotlivým koncentráciám bezbunkových supernatantov pridaný tak, že jeho výsledná hladina v 5 ml každej vzorky predstavovala 1 ppm (tabuľka č. 1).

Tabuľka č. 1: Schéma prípravy koncentrácií bezbunkových supernatantov s obsahom zearalenónu 1 ppm

Koncentrácia bezbunkových supernatantov	Bezbunkové supernatanty	Živné médium	ZEA 10 ppm
100 %	4,5 ml	-	0,5 ml
50 %	2,5 ml	2,0 ml	0,5 ml
25 %	1,25 ml	3,25 ml	0,5 ml
12,5 %	0,625 ml	3,875 ml	0,5 ml
0 % (PK)	-	4,5 ml	0,5 ml

ZEA – zearalenón, PK – pozitívna kontrola

Pozitívna kontrola (PK) bola pripravená nariadením zearalenónu v MRS, resp. B10 bujónu na koncentráciu 1 ppm. Skúmavky boli inkubované pri teplote 35 °C a po 24 h expozícii bol zostatkový zearalenón zo vzoriek extrahovaný pomocou koloniiek – Neocolumn for Zearalenone (Neogen corporation, USA). Na vyhodnotenie koncentrácií zearalenónu bola použitá ELISA metóda, využitím ELISA kitu Veratox for Zearalenone (Neogen corporation, USA). Zistené hodnoty koncentrácií boli použité na výpočet percenta detoxikačného efektu bezbunkových supernatantov, podľa vzorca:

$$\% \text{ biodegradácie} = \frac{C_{PK} - C_V}{C_{PK}} \times 100$$

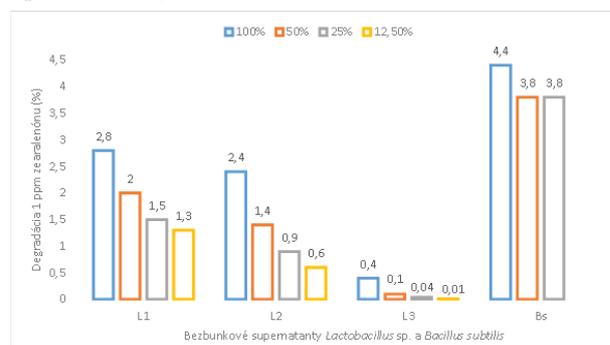
C_V – koncentrácia zearalenónu vo vzorke

C_{PK} – koncentrácia zearalenónu v pozitívnej kontrole

3. VÝSLEDKY

Detoxikačný účinok rôznych koncentrácií bezbunkových supernatantov kmeňov *L. fermentum* 213 (L1); *L. reuteri* L26 (L2), *L. plantarum* CCM 1904 (L3) a *Bacillus subtilis* CCM 2794 (Bs) voči zearalenónu v koncentracii 1 ppm uvádza graf č. 1. Výsledky vo všeobecnosti poukazujú na veľmi nízku účinnosť bezbunkových supernatantov. Najlepší detoxikačný účinok bol pozorovaný pri bezbunkovom supernatante *Bacillus subtilis* CCM 2794, ktorý v 100% koncentracii zdegradoval zearalenón o 4,4 %, v koncentraciách 50 % a v 25 % znížil hladinu ZEA o 3,8 %. Z bezbunkových supernatantov získaných z laktobacilov bol najúčinnější L1, ktorý v 100 % koncentracii zdegradoval ZEA o 2,8 %, v 50 % koncentracii jeho detoxikačný účinok bol 2 %, v 25 % koncentracii 1,5 % a v 12,5 % koncentracii 1,3 %. Supernatant L3 v 100 % koncentracii znížil hladinu ZEA o 2,4 %, v 50 % koncentracii o 1,4 %, v 25 % o 0,9 % a pri najnižšej skúšanej koncentracii 12,5 % to bolo len 0,6 %. Najmenej účinný bol bezbunkový supernatant L3, pri ktorom bol detoxikačný účinok takmer nulový (0,01 – 0,4 %).

Graf č.1: Degradácia 1 ppm zearalenónu bezbunkovými supernatantmi vybraných druhov laktobacilov a *Bacillus subtilis*



L1 – *Limosilactobacillus fermentum* 213, L2 – *Limosilactobacillus reuteri* L26, L3 – *Lactiplantibacillus plantarum* CCM 1904, Bs – *Bacillus subtilis* CCM 2794

4. DISKUSIA

Zearalenón a jeho metabolity predstavujú potenciálne škodlivé látky pre zdravie zvierat v súvislosti s krmivom a ľudí prostredníctvom potravinového reťazca. Dlhodobý príjem vyšších koncentrácií zearalenónu má závažné toxické účinky na organizmus cicavcov, môže narušiť reprodukčný systém a vyvolať endokrinné poruchy. Podobne dlhodobá expozícia nízkymi dávkami zearalenónu spôsobuje endokrinné poruchy, ktoré môžu viesť k metabolickým poruchám a zvýšiť riziko ochorenia súvisiacich s metabolickým syndrómom. V konečnom dôsledku kontaminácia krmiva mykotoxínmi môže byť príčinou ekonomických strát v chovateľskom priemysle (Han a kol., 2022).

V súčasnej dobe existujú rôzne preventívne opatrenia na zníženie mykotoxikkej záťaže krmív a potravín (Kovač Tomas a Jurčević Šangut, 2025). Všeobecne sa preventívne opatrenia rozdeľujú na predzberové, ktoré zahŕňajú striedanie plodín, správne obrábanie pôdy, vyvážené hnojenie, používanie vhodného semenného materiálu a sejbových techník, šľachtenie a výber plodín a pozberové opatrenia, ktoré môžeme rozdeliť na fyzikálne, chemické a biologické metódy degradácie mykotoxínov (Agriopoulou a kol., 2020).

V súvislosti s biologickou degradáciou zearalenónu v potravinách a krmivách sa zistilo, že spomedzi kmeňov rodu *Bacillus*, *B. licheniformis*, *B. subtilis*, *B. natto* a *B. cerues* vykazujú najvyšší

detoxikačný účinok (Gari a Abdela, 2023). Podobne, podľa našich výsledkov vykazoval najvyššiu mieru degradácie 1 ppm zearalenónu bezbunkový supernatant druhu *Bacillus subtilis*. V závislosti od použitej koncentrácie (100 %, 50 % a 25 %) sa stupeň degradácie pohyboval od 4,4 % do 3,8 %. Xiang a kol. (2024) zistili až 88 % degradačnú účinnosť u kmeňa *Bacillus subtilis* ZENL09 v experimente so zearalenónom v koncentrácii 1 ppm. Podobné výsledky a 99 % schopnosť *Bacillus subtilis* zdegradovať zearalenón v koncentrácii 1 ppm prezentovali aj Cho a kol. (2010).

Probiotiká sú vhodnými prostriedkami pre biodegradáciu zearalenónu v potravinárskom priemysle, pretože vykazujú zdravotné benefity pre ľudí a zvieratá a väčšina baktérií mliečného kvasenia sa v potravinárskom priemysle považuje za bezpečné (Wang a kol., 2019). Podľa našich výsledkov bol spomedzi laktobacilov najúčinnější bezbunkový supernatant *L. fermentum* 213 s degradačným efektom v rozsahu 2,8 % - 1,3 % v korelácii so zvyšujúcou sa koncentráciou (100 % - 12,5 %) a najmenej účinný bol bezbunkový supernatant *L. plantarum* CCM 1904, pri ktorom bol detoxikačný účinok takmer nulový (0,01 % - 0,4 %). Naproti tomu, Chen a kol. (2018) zistili vyššiu úroveň degradácie zearalenónu (45 %) v koncentrácii ZEA 5 mg/L pri použití supernatantu z kmeňa *L. plantarum*. Avšak podľa Hathout a Aly (2014) nie je dekontaminácia zearalenónu nikdy úplná, pokiaľ sa nevytlúči prítomnosť jeho estrogénových analógov.

5. ZÁVER

Napriek širokej škále fyzikálnych, chemických a biologických metód dostupných na zmiernenie negatívnych dopadov mykotoxínov zostáva účinná neutralizácia týchto toxických zlúčenín významnou výzvou. Vysoká stabilita mnohých mykotoxínov, ich rôznorodé správanie v rôznych potravinových a krmivových maticiacich a obavy týkajúce sa toxicity a bezpečnosti ich degradačných produktov komplikujú úsilie o dosiahnutie úplnej bezpečnosti. Tieto faktory zdôrazňujú pretrvávajúcu potrebu ďalšieho výskumu a inovátnych stratégií, ktoré pripravujú cestu pre účinnejšiu a udržateľnejšiu kontrolu mykotoxínov.

Zdroje

1. Agriopoulou, S., Stamatelopoulou, E., Varzakas, T. Advances in occurrence, importance, and mycotoxin control strategies: Prevention and detoxification in foods. *Foods*, 2020, 9, 137.
2. Bulgaru, C.V., Marin, D.E., Pistol, G.C., Taranu, I. Zearalenone and the Immune Response. *Toxins*, 2021, 13, 4, 248.
3. Feng, Y., Huang, Y., Zhan, H., Bhatt, P., Chen, S. An overview of strobilurin fungicide degradation: current status and future perspective. *Frontiers in Microbiology*, 2020, 11, 389.
4. Gari, J., Abdella, R. Degradation of zearalenone by microorganisms and enzymes. *PeerJ*, 2023, 11, e15808.
5. Han, X., Huangfu, B., Xu, T., Xu, W., Asakiya, C., Huang, K., He, X. Research Progress of Safety of Zearalenone: A Review. *Toxins*, 2022, 14, 6, 386.
6. Hathout, A.S., Aly, S.E. Biological detoxification of mycotoxins: A review. *Annals of Microbiology*, 2014, 64, 905–919.
7. Chen, S.W., Hsu, J.T., Chou, Y.A., Wang, H.T. The application of digestive tract lactic acid bacteria with high esterase activity for zearalenone detoxification. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2018, 98,10, 3870–3879.
8. Cho, K.J., Kang, J.S., Cho, W.T., Lee, C.H., Ha, J.K., Song, K.B. In vitro degradation of zearalenone by *Bacillus subtilis*. *Biotechnology Letters*, 2010, 32, 12, 1921–1924.
9. Ju, J., Tinyiro, S.E., Yao, W., Yu, H., Guo, Y., Qian, H., Xie, Y. The ability of *Bacillus subtilis* and *Bacillus natto* to degrade zearalenone and its application in food. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2019, 43, e14122.
10. Kovač Tomas, M., Jurčević Šangut, I. New Insights into Mycotoxin Contamination, Detection, and Mitigation in Food and Feed Systems. *Toxins*, 2025, 17, 10, 515.
11. Vega, M.F., Diéguez, S.N., Riccio, B., Tapia, M.O., González, S.N. Zearalenone adsorbent based on a lyophilized indigenous bacterial *lactobacillus plantarum* strain as feed additive for pigs: A preliminary study in vivo. *Current Microbiology*, 2021, 78, 1807–1812.
12. Wang, N., Wu, W., Pan, J., Long, M. Detoxification strategies for zearalenone using microorganisms: a review. *Microorganisms*, 2019, 7, 7, 208.
13. Xiang, M., Liu, P., Zhang, H. In Vitro Degradation of Zearalenone by Culture Supernatant of *Bacillus subtilis*. *Food and Bioprocess Technology*, 2024, 17, 2206–2215.
14. Xu, H., Wang, L., Sun, J., Wang, L., Guo, H., Ye, Y. Microbial detoxification of mycotoxins in food and feed. *Critical Review Food Science and Nutrition*. 2022, 62, 18, 4951–4969.
15. Yazar, S., Omurtag, G.Z. Fumonisin, Trichothecenes and Zearalenone in Cereals. *International Journal of Molecular Science*, 2008, 9, 2062–2090.
16. Zhu, Y., Drouin, P., Lepp, D., Li, X.Z., Zhu, H., Castex, M., Zhou, T. A novel microbial zearalenone transformation through phosphorylation. *Toxins*, 2021,13, 5, 294.

Vplyv prhlavy na niektoré imunitné ukazovatele u výkrmových ošípaných

Stanislav Hreško¹
Alena Hreško Šamudovská²
Dagmar Mudroňová³
Tomáš Mihok⁴
Lukáš Bujňák⁵

¹ Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Katedra výživy a chovu zvierat; Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika; stanislav.hresko@uvlf.sk

² Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Katedra výživy a chovu zvierat; Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika; alena.hreskosamudovska@uvlf.sk

³ Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Katedra mikrobiológie a imunológie; Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika; dagmar.mudronova@uvlf.sk

⁴ Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Katedra výživy a chovu zvierat; Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika; tomas.mihok@uvlf.sk

⁵ Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Katedra výživy a chovu zvierat; Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika; lukas.bujnak@uvlf.sk

Grant: VEGA č. 1/0698/24

Název grantu: Sledovanie účinku kŕmnych doplnkových látok prírodného pôvodu a alternatívnych kŕmnych komponentov na produkciu a zdravie monogastrických zvierat

Oborové zamčrení: GH - Výživa hospodárskych zvierat

© GRANT Journal, MAGNANIMITAS Assn.

Abstrakt Sušené listy prhlavy dvojdomej (*Urtica dioica*) boli pridávané do kŕmnych zmesí prasiatok za účelom sledovania jej vplyvu na niektoré ukazovatele bunkovej imunity. Celkovo 18 kusov prasiatok krížencov Slovenskej bielej ošípanej x Landrace boli rovnomerne rozdelené do dvoch skupín po 9 kusov: kontrolná skupina bez prídavku prhlavy a pokusná skupina s 2,5 % prídavkom pomletých sušených listov prhlavy dvojdomej. V pokusnej skupine bol zaznamenaný signifikantne vyšší celkový obsah lymfocytov v porovnaní s kontrolnou skupinou. Pri ostatných sledovaných imunitných parametroch boli pozorované vyššie percentuálne zastúpenia jednotlivých subpopulácií lymfocytov (CD3+, CD21+, CD4+, CD8+), vyššie percento fagocytov a aj vyššia pohlcovacia schopnosť fagocytov, avšak rozdiely neboli štatisticky významné v porovnaní s kontrolnou skupinou.

Kľúčové slová prasiatka, aditívum, prhlava dvojdomá, imunita

1. ÚVOD

V súvislosti so zákazom používania antibiotických stimulátorov rastu (Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1831/2003) smerujú inovácie vo výžive a kŕmení zvierat k používaniu rôznych skupín doplnkových látok prírodného pôvodu. Látok, ktoré vedú k zlepšeniu konverzie kŕmiva, udržiavajú zdravie zvierat a následne znižujú náklady a prinášajú ekonomické výhody bez negatívneho účinku na zdravie zvierat ako aj ľudí.

Prhlava dvojdomá (*Urtica dioica*) sa ako prírodný liek používa už viac ako 2000 rokov (Bhusal a kol., 2022). Avšak jej liečivý potenciál začal byť plne oceňovaný až po analýze chemického zloženia a postupnom objasňovaní farmakologických vlastností jej hlavných aktívnych zlúčenín. Prhlava má antioxidantné, protizápalové, antiproliferatívne, analgetické a hypotenzné účinky, stimuluje imunitný systém a pôsobí preventívne pred vznikom

kardiovaskulárnych ochorení (Said a kol., 2015). Má pomerne vysoký obsah proteínov, lipidov, sacharidov, vitamínov a stopových prvkov (Rutto a kol., 2013). Pri 30%-nom podiele bielkovín v sušine má prhlava výrazne väčší profil aminokyselín ako ostatné zelené rastliny. Taktiež obsahuje vysoké množstvo polynenasýtených mastných kyselín (60%), z ktorých polovicu tvorí kyselina linolová (C18:2), omega-6 mastná kyselina, ktorá má pozitívny vplyv na imunitný systém, čím zvyšuje odolnosť organizmu voči bakteriálnym a vírusovým infekciám (Upton, 2013).

Mnohé štúdie referujú o využití *Urtica dioica* aj vo výžive hospodárskych zvierat (Disler a kol., 2014). Napríklad u hydínových brojlerov viedlo pridanie prhlavy do diét k intenzívnejšiemu rastu a k lepšej jatočnej výťažnosti. Pri skrmovaní u nosníc došlo k zvýšeniu znášky (Bekele a kol., 2015). U hovädzieho dobytky, Khanal a kol. (2017) zaznamenali kvantitatívne a kvalitatívne zlepšenie produkcie mlieka. Prídavok extraktov z prhlavy do kŕmnych zmesí prasiatok viedol k zlepšeniu produkčných ukazovateľov a k pozitívnemu ovplyvneniu viacerých hematologických a biochemických parametrov (Buchko a kol., 2024). Účinok extraktov sa prejavil aj na kvalite mäsa (Hanczakowska a kol., 2007).

Cieľom tejto štúdie bolo sledovanie vplyvu skrmovania diét s prídavkom múčky z listov prhlavy dvojdomej na niektoré parametre bunkovej imunity u rastúcich prasiat.

2. MATERIÁL A METODIKA

Na experiment bolo použitých celkovo 18 kusov prasiatok krížencov Slovenskej bielej ošípanej x Landrace. Zvieratá boli na začiatku experimentu vo veku 43 dní s priemernou hmotnosťou 15,4 kg/ks. Umiestnené boli v ustajňovacích priestoroch spĺňajúcich štandardné zootecnické požiadavky s priemernou teplotou $20 \pm 1,5$ °C a relatívnou vlhkosťou $68 \pm 4,5$ %. Prasiatka boli kŕmené kompletnou

krmnou zmesou na báze jačmeňa, pšenice, pšeničných otrúb a sójového extrahovaného šrotu s nutričným zložením zodpovedajúcim normám pre príslušnú kategóriu zvierat počas celej doby trvania experimentu. Pre potreby experimentu boli zvieratá rovnomerne rozdelené do dvoch skupín po 9 kusov: kontrolná skupina bez prídavku prhl'avy, pokusná skupina s 2,5 % prídavkom pomletých sušených listov prhl'avy dvojdomej.

Na konci experimentu bola prasatám za účelom imunologického vyšetrenia odobraná krv z vena cava cranialis do skúmaviek s obsahom antikoagulantu (heparín 10 – 20 IU.ml⁻¹ v PBS, Zentiva, Česká republika) pre zabránenie zrazeniu krvi. Vybrané imunologické parametre boli analyzované pomocou prietokového cytometra BD FACSCantoTM (Becton Dickinson Biosciences, USA) a softvéru BD FACS DivaTM. Hodnotené subpopulácie lymfocytov boli identifikované s použitím kombinácií priamo značených myšiacich anti-prasacích monoklonálnych protilátok: CD3e/CD21 a CD4/CD8a (Tabuľka č. 1). Bunky boli identifikované na základe prítomnosti charakteristických znakov ako: T lymfocyty (CD3+), B lymfocyty (CD21+), pomocné T lymfocyty (Th; CD4+CD8-), cytotoxické T lymfocyty (Tc; CD4-CD8+). Taktiež bol z výsledkov meraní hodnotený pomer lymfocytov CD4:CD8. Fagocytárna aktivita bola vykonaná pomocou komerčného testu Phagotest® (Celonic, Nemecko). V rámci posudzovania fagocytárnej aktivity bola, okrem počtu fagocytov, hodnotená aj pohlcovacia schopnosť fagocytov vyjadrená na základe strednej intenzity fluorescencie (mean fluorescent intensity – MFI). Na štatistickú analýzu bola použitá jednocestná ANOVA (Tukey's multiple comparisons test) v softvéri GraphPad Prism 8.0. Výsledky sú vyjadrené ako priemer ± štandardná chyba priemeru (SEM).

Tabuľka č. 1 Protilátky použité na analýzu pomocou prietokovej cytometrie

Protilátka	Fluorochróm	Klon	Objem na 50 µL krvi	Výrobca
anti-CD3e	FITC	BB23-8E6	4 µL	BD Biosciences, USA
anti-CD4	FITC	MIL 17	4 µL	AbD Serotec, UK
anti-CD8a	R-PE	MIL 12	2 µL	AbD Serotec, UK
anti-CD21	R-PE	BB6-11C9.6	2 µL	Suthern Biotech, USA

Realizácia výskumu bola schválená Etickou komisiou UVLF v Košiciach, č. povolenia EKVP/2023-01.

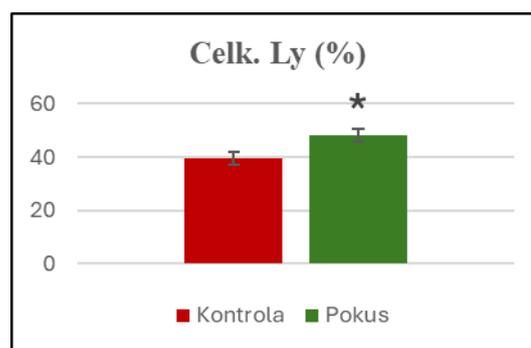
3. VÝSLEDKY A DISKUSIA

Výsledky percentuálneho zastúpenia lymfocytov a ich subpopulácií sú znázornené v Grafoch 1-6. Pri štatistickom hodnotení sledovaných imunologických parametrov v krvi ošípaných bol v pokusnej skupine zaznamenaný signifikantne vyšší celkový obsah lymfocytov v porovnaní s kontrolnou skupinou ($p < 0,05$). Rovnako v pokusnej skupine boli pozorované aj vyššie percentuálne zastúpenia jednotlivých sledovaných subpopulácií lymfocytov (CD3+, CD21+, CD4+, CD8+), ale rozdiely v porovnaní s kontrolnou skupinou neboli štatisticky preukazné. Podobne pri hodnotení pomeru CD4:CD8 neboli medzi skupinami zaznamenané štatisticky významné rozdiely.

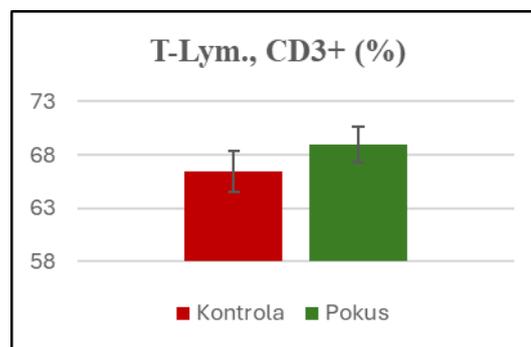
Účinky prhl'avy dvojdomej na metabolické procesy a adaptívne mechanizmy bol sledovaný na prasiatkach v období odstavu v štúdiu Buchko a kol. (2024). Okrem pozitívneho vplyvu prídavku etanolového extraktu prhl'avy do krmiva na bielkovinový a energetický metabolizmus, bol pozorovaný aj signifikantný nárast

celkového počtu lymfocytov v krvi prasiatok. Zvýšený počet bielych krviniek bol zistený aj u brojlerových kurčiat vplyvom podávania vodného extraktu listov prhl'avy do pitnej vody (Al-Salih a kol., 2018). Naproti tomu, pri podávaní sušenej pomletej prhl'avy do krmiva brojlerov, Safamehr a kol., (2012) nepozorovali zmeny v počte leukocytov oproti kontrolnej skupine. V experimentálnej štúdiu na podvyživených potkaních mláďatách po terapeutickom podaní extraktu z prhl'avy došlo k zvýšeniu celkového počtu T-lymfocytov, monocytov a CD4+ buniek v krvi pokusných zvierat (Herrera a kol., 2018).

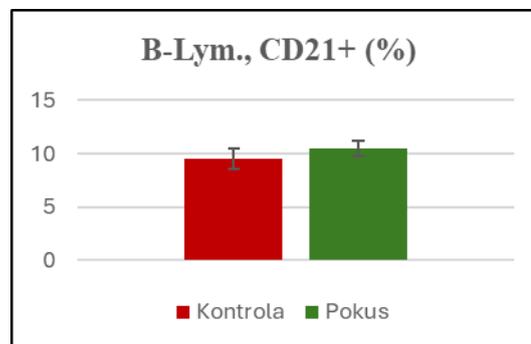
Graf č.1, Porovnanie percentuálneho zastúpenia lymfocytov (* $P < 0,05$)



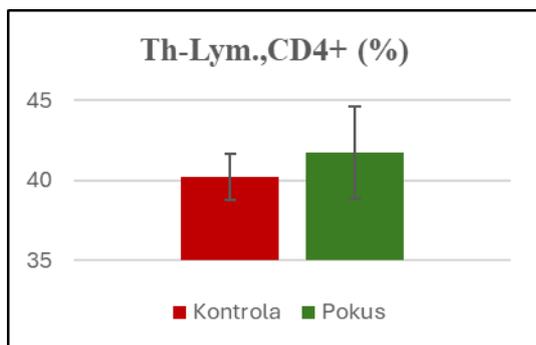
Graf č.2, Porovnanie percentuálneho zastúpenia subpopulácie T lymfocytov (CD3+)



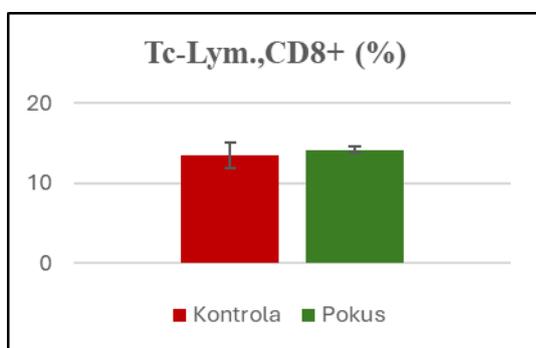
Graf č.3, Porovnanie percentuálneho zastúpenia subpopulácie B lymfocytov (CD21+)



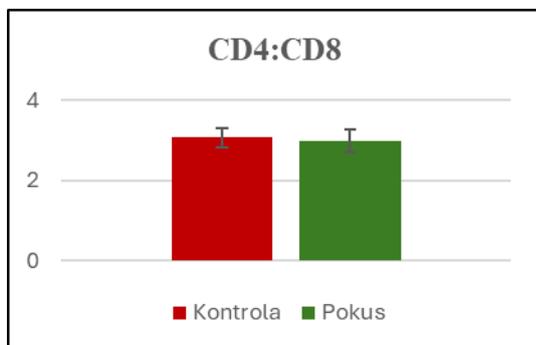
Graf č.4, Porovnanie percentuálneho zastúpenia subpopulácie pomocných T lymfocytov (CD4+)



Graf č.5, Porovnanie percentuálneho zastúpenia subpopulácie cytotoxických T lymfocytov (CD8+)



Graf č.6, Porovnanie pomerného zastúpenia CD4:CD8 subpopulácií T lymfocytov

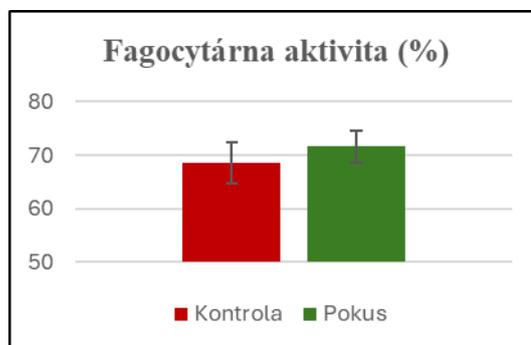


Pre komplexnejšie posúdenie vplyvu prídavku prhlavy dvojdomej na imunitný systém prasiatok bola posudzovaná aj fagocytárna schopnosť fagocytov (Grafy 7 a 8). Hoci bolo v krvi pokusných prasiatok zistené vyššie percento fagocytov a rovnako aj ich pohlcovacia schopnosť bola vyššia, tieto rozdiely neboli významné oproti kontrolnej skupine.

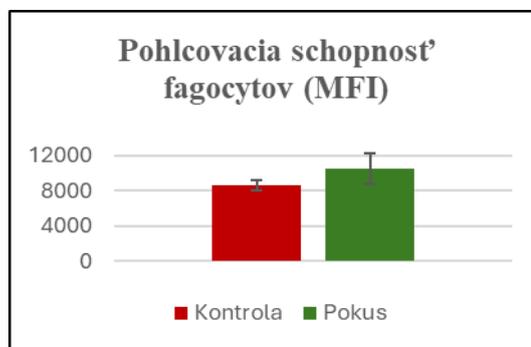
Dostupných informácií o štúdiách, v ktorých by sa okrem iných parametrov hodnotila aj úroveň fagocytózy v krvi prasiatok po podaní prhlavy dvojdomej v akejkoľvek forme, je pomerne málo. Pre porovnanie, k zlepšeniu parametrov fagocytárnej aktivity u prasiatok došlo po podaní prípravku s obsahom sušených rastlinných extraktov z čakanky obyčajnej, škumpy vlasatej a vratiča obyčajného (Valchev a kol., 2009). Okrem zvýšenia celkového počtu leukocytov bolo pozitívne ovplyvnenie ukazovateľov fagocytárnej aktivity pozorované aj pri podaní alkoholového extraktu prhlavy brojlerovým kurčatám (Šandru a kol., 2016). Imunostimulačný efekt metanolového extraktu prhlavy dvojdomej

sa prejavil u pstruha dúhového taktiež zvýšenou fagocytárnou aktivitou (Bilen a kol., 2015).

Graf č.7, Porovnanie fagocytárnej aktivity



Graf č.8, Porovnanie pohlcovacej schopnosti fagocytov



4. ZÁVER

Z výsledkov nášho experimentu vyplýva, že prídavok prhlavy dvojdomej do kŕmnych zmesí ošípaných mal mierne pozitívny vplyv na počet krvných lymfocytov a fagocytárnu schopnosť fagocytov. Na podrobnejšie preskúmanie imunomodulačného účinku prhlavy ako prídavku do kŕmnych zmesí u prasiatok bude potrebné vykonať ďalšie štúdie s použitím rôznych koncentrácií.

Zdroje

1. AL-SALIHI, A. A., HASSAN, M. A., AL-GHARAWI, J. K. Effect of using water extract of nettle leaves (*Urtica dioica*) on some immunological and blood traits of broiler. *J Res Ecol*, 2018. 6(2), 1794-1799.
2. BEKELE, B., MELESSE, A., BEYAN, M., & BERIHUN, K. The effect of feeding stinging nettle (*Urtica simensis*) leaf meal on the feed intake, growth performance and carcass characteristics of hubbard broiler chickens. *Glob. J. Sci. Front. Res.(GJSFR):(D) Agriculture and Veterinary*, 2015. 15(3), 1-20. Retrieved from <https://journalofscience.org/index.php/GJSFR/article/view/1502>.
3. BHUSAL, K. K., MAGAR, S. K., THAPA, R., LAMSAL, A., BHANDARI, S., MAHARJAN, R., SHRESTHA, S. & SHRESTHA, J. Nutritional and pharmacological importance of stinging nettle (*Urtica dioica* L.): A review. *Heliyon*, 2022. 8(6):e09717. doi: doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09717.
4. BILEN, S., ÜNAL, S., GÜVENSOY, H. Effects of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) and nettle (*Urtica dioica*) methanolic extracts on immune responses and resistance to *Aeromonas hydrophila* in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*).

- Aquaculture, 2016. 454, 90-4. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.12.010>.
5. BUCHKO, O., HAVRYLIAK, V., YAREMKEVYCH, O. Effect of Nettle Extract on Metabolic Processes in Piglets During Weaning. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 2024. 1, 30(5), 661-7. doi: 10.9775/kvfd.2024.32236.
 6. DISLER, M., IVEMEYER, S., HAMBURGER, M., VOGL, C. R., TESIC, A., KLARER, F., MEIER, B. & WALKENHORST, M. Ethnoveterinary herbal remedies used by farmers in four north-eastern Swiss cantons (St. Gallen, Thurgau, Appenzell Innerrhoden and Appenzell Ausserrhoden). *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 2014. 10(1), 1-23. doi: doi.org/10.1186/1746-4269-10-32.
 7. European Commission. 2003. Regulation (EC) No 1831/2003 of the European parliament and of the council of 22 September 2003 on additives for use in animal nutrition. *Official Journal of the European Union*, 268:29-43. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2003/1831/oj>.
 8. HANCZAKOWSKA, E., WIYTKIEWICZ, M., SZEWCZYK, A.G. Effect of dietary nettle extract on pig meat quality. *Med Wet*, 2007. 13, 63, 525-7.
 9. HERRERA, S. B., RODRIGUEZ, L., DEL CARMEN GARCÍA, M., FLORES, J.L., VELASCO, R. Effects of extract of *Urtica dioica* L. (stinging nettle) on the immune response of rats with severe malnutrition. *J Complement Med Res*, 2018. 9(2), 63-73. doi: 10.5455/jcmr.20180508052039.
 10. KHANAL, D. R., TIWARI, I., BASTOLA, R., & UPRETI, C. R. Beneficial effects of stinging nettle supplementation on milk production. *Nepalese Veterinary Journal*, 2017. 34, 60-68. doi: doi.org/10.3126/nvj.v34i0.22904.
 11. RUTTO, L. K., XU, Y., RAMIREZ, E., & BRANDT, M. Mineral properties and dietary value of raw and processed stinging nettle (*Urtica dioica* L.). *Int J Food Sci*, 2013. 2013:857120. doi: 10.1155/2013/857120.
 12. SAFAMEHR, A., MIRAHMADI, M., NOBAKHT, A. Effect of nettle (*Urtica dioica*) medicinal plant on growth performance, immune responses, and serum biochemical parameters of broiler chickens. *Int Res J Appl Basic Sci*, 2012. 3(4), 721-8.
 13. SAID, A. A. H., OTMANI, I. S. E., DERFOUFI, S., BENMOUSSA, A. Highlights on nutritional and therapeutic value of stinging nettle (*Urtica dioica*). *Int J Pharm Pharm Sci*, 2015. 7, 8-14. Retrieved from <https://journals.innovareacademics.in/index.php/ijpps/article/view/8165>.
 14. ŞANDRU, C. D., NICULAE, M., POPESCU, S., PAŞTIU, A. I., PÁLL, E., SPÎNU, M. *Urtica dioica* alcoholic extract increases the cell-mediated innate immune potential in chickens. *Industrial Crops and Products*, 2016. 88, 48-50.
 15. UPTON, R. Stinging nettles leaf (*Urtica dioica* L.): Extraordinary vegetable medicine. *Journal of herbal medicine*, 2013. 3(1), 9-38. doi: <https://doi.org/10.1016/j.hermed.2012.11.001>.
 16. VALCHEV, G., POPOVA-RALCHEVA, S., BONOVSKA, M., ZAPRIANOVA, I., GUDEV, D. Effect of dietary supplements of herb extracts on performance in growing pigs. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 2009. 25(5-6), 859-70.

